

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-255400

(43)Date of publication of application : 25.09.1998

(51)Int.Cl.

G11B 20/10

G11B 20/12

G11B 20/18

G11B 20/18

G11B 20/18

(21)Application number : 09-057261

(71)Applicant : FUJITSU LTD

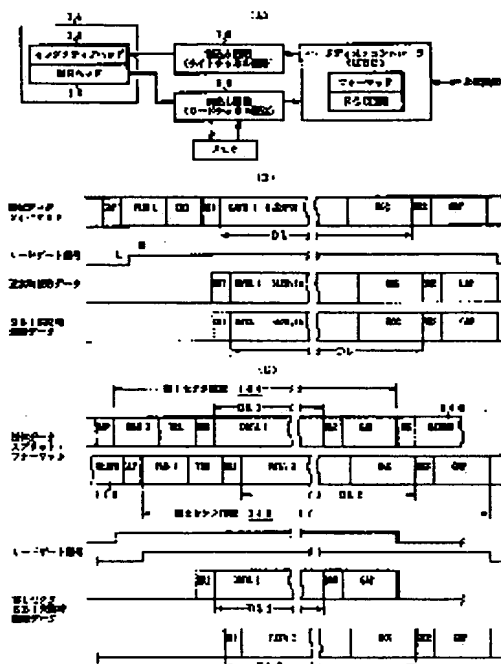
(22)Date of filing : 12.03.1997

(72)Inventor : HAMURA YOSHIHIRO

(54) MAGNETIC DISK DEVICE AND MAGNETIC DISK MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make strong recovery from thermal asperity(TA) due to contact with collision heat between an MB(magneto resistance) head and a medium in a sync byte area. SOLUTION: A 1st sync byte pattern SB1 is written in the lead of a data, and also a 2nd sync byte pattern SB2 is written in the last of the data (DATA +ECC) by a write circuit 19. When the 1st sync byte pattern SB1 is not detected out, the data is stored in a memory, and then the read of the 2nd sync byte pattern SB2 is performed on the memory, and upon detection of the 2nd sync byte pattern SB2, a data of a prescribed value of data length(DL) having its leading position retrogressively ahead of this detected position by the prescribed DL is read out of the memory and demodulated by a read circuit 20.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-255400

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
G 1 1 B 20/10	3 2 1	G 1 1 B 20/10	3 2 1 Z
20/12		20/12	
20/18	5 2 0	20/18	5 2 0 Z
	5 7 2		5 7 2 B
			5 7 2 F

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-57261

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月12日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 端村 美宏

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

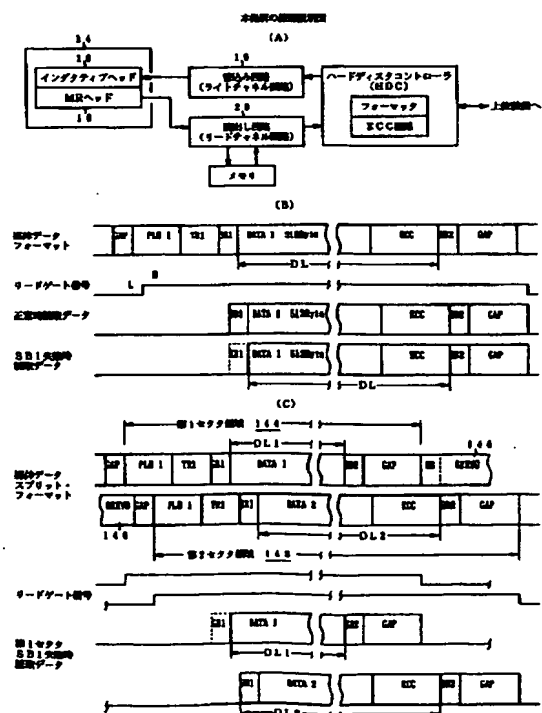
(74) 代理人 弁理士 竹内 進 (外1名)

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク装置及び磁気ディスク媒体

(57) 【要約】

【課題】 シングバイト領域でのMRヘッドの媒体との衝突発熱との接触による失陥(TA:Thermal Asperity) に対し強力なりカバリを実現する。

【解決手段】 書込み回路19は、データの先頭に第1シンクバイトパターンSB1を書込むと共にデータ(DATA+ECC)の最後に第2シンクバイトパターンSB2を書込む。読出し回路20は、第1シンクバイトパターンSB1が検出されない場合は、データをメモリに格納した後、メモリ上で第2シンクバイトパターンSB2の読出しを行い、第2シンクバイトパターンSB2が検出された際に、この検出位置から所定データ長(DL)だけ前に遡った位置を先頭位置とする所定値DLのデータをメモリから読み出して復調する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】書込ヘッドと読出ヘッドを備えた複合ヘッドを用いて媒体のトラック上に情報をセクタ単位で読み書きする磁気ディスク装置に於いて、

前記セクタ領域にエラー検出訂正コードを含むデータを書込む際に、データの先頭に第 1 シンクバイトパターンを書込むと共にデータの最後に第 2 シンクバイトパターンを書込む書込み回路と、

前記セクタ領域の読出し時に、前記第 1 シンクバイトパターンが検出された場合は前記データを復調し、前記第 1 シンクバイトパターンが検出されない場合は、前記データをメモリに格納しメモリ上で第 2 シンクバイトパターンを検出し、前記第 2 シンクバイトパターンが検出された際に該検出位置から所定データ長遡った位置を先頭位置とする所定長のデータを前記メモリから読み出して復調する読出し回路と、を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 2】請求項 1 記載の磁気ディスク装置に於いて、前記読出し回路は、最尤検出回路の出力データについて前記第 1 及び第 2 シンクバイトパターンの読出しを監視しており、前記第 1 シンクバイトパターンが検出されない場合は、前記出力データをメモリに格納しメモリ上で第 2 シンクバイトパターンを検出し、前記第 2 シンクバイトパターンが検出された際に該検出位置から所定データ長遡った位置を先頭位置とする所定長のデータを前記メモリから読み出し、デコーダに供給して NRZ データを復調することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 3】請求項 1 記載の磁気ディスク装置に於いて、前記書込み回路は、第 1 及び第 2 のシンクバイトパターンの前に、自動等化器の回路定数を最適値に自動調整するためのトレーニングパターンを書込むことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 4】請求項 1 記載の磁気ディスク装置に於いて、前記書込み回路は、前記第 1 及び第 2 のシンクバイトパターンの前に、前記読出し回路に設けているクロック発生回路を読出し信号に同期させるためのパイロットパターンを書込むことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 5】請求項 1 記載の磁気ディスク装置に於いて、

前記書込み回路は、所定の擬似ランダム符号を用いて前記媒体に書込む前記データ及びエラー検出訂正コードの各々をスクランブルするスクランブル回路を備え、

前記読出し回路は、前記擬似ランダム信号を用いて前記媒体から読出した前記データ及びエラー検出訂正コードの各々にデ・スクランブルするデ・スクランブル回路を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 6】請求項 1 記載の磁気ディスク装置に於いて、前記読出し回路は、前記第 1 シンクバイトパターン及び第 2 シンクバイトパターンの両方が検出できなかった場合、再リード処理を行うことを特徴とする磁気ディ

スク装置。

【請求項 7】請求項 1 記載の磁気ディスク装置に於いて、前記第 1 シンクバイト S B 1 が検出できなかった場合、リード処理の正常終了後に、該リードセクタを欠陥セクタと判定して代替処理を行うことを特徴とするディスク装置。

【請求項 8】請求項 1 記載の磁気ディスク装置に於いて、

前記書込み回路は、

書込みを行う前記媒体のセクタ領域の途中にサーボ領域が予めが記録されている場合、前記セクタ領域をサーボ領域の前の第 1 セクタ領域と後の第 2 セクタ領域との 2 つにスプリットすると共に、前記書込みデータを前記第 1 セクタ領域の第 1 スプリットデータと前記第 2 セクタ領域の第 2 スプリットデータの 2 つにスプリットし、前記第 1 セクタ領域に、第 1 シンクバイトパターン、第 1 スプリットデータ、及び第 2 シンクバイトパターンを順次書込み、

前記第 2 セクタ領域に、第 1 シンクバイトパターン、第 2 スプリットデータ、及び第 2 シンクバイトパターンを順次書込む前記読出し回路は、

前記第 1 又は第 2 セクタ領域の読出し時に、前記第 1 シンクバイトパターンが検出された場合は前記データを復調し、前記第 1 シンクバイトパターンが検出されない場合は、前記データをメモリに格納した後、メモリ上でビット対ビットのコンペアにより前記第 2 シンクバイトパターンの読出しを検出し、前記第 2 シンクバイトパターンが検出された際に該検出位置から所定データ長遡った位置を先頭位置とするデータを有効データとして選択して復調することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 9】請求項 8 記載の磁気ディスク装置に於いて、前記書込み回路は、第 1 及び第 2 のシンクバイトパターンの前に、前記読出し回路に設けている自動等化器の回路定数を最適値に自動調整するためのトレーニングパターンを書込むことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 1 0】請求項 8 記載の磁気ディスク装置に於いて、前記書込み回路は、前記第 1 及び第 2 のシンクバイトパターンの前に、前記読出し回路に設けているクロック発生回路を読出し信号に同期させるためのパイロットパターンを書込むことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 1 1】請求項 8 記載の磁気ディスク装置に於いて、

前記書込み回路は、所定の擬似ランダム符号を用いて前記媒体に書込む前記第 1 スプリットデータ及び第 2 スプリットデータの各々をスクランブルするスクランブル回路を備え、

前記読出し回路は、前記擬似ランダム信号を用いて前記媒体から読出した前記第 1 スプリットデータ及び第 2 スプリットデータの各々をデ・スクランブルするデ・スクランブル回路を備えたことを特徴とする磁気ディスク装

置。

【請求項 1 2】請求項 8 記載の磁気ディスク装置に於いて、前記読出し回路は、前記第 1 セクタ領域の第 1 シンクバイトパターン及び第 2 シンクバイトパターンの両方、または前記第 2 セクタ領域の第 1 シンクバイトパターン及び第 2 シンクバイトパターンの両方検出できなかった場合は、再リード処理を行うことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 1 3】請求項 8 記載の磁気ディスク装置に於いて、前記第 1 セクタ領域又は第 2 セクタ領域の第 1 シンクバイト S B 1 が検出できなかった場合、リード処理の正常終了後に、該リードスプリットセクタを欠陥セクタと判定して代替処理を行うことを特徴とするディスク装置。

【請求項 1 4】書込ヘッドと読出ヘッドを備えた複合ヘッドを用いてトラック上に情報をセクタ単位で読み書きを受ける磁気ディスク媒体に於いて、エラー検出訂正コードを含むデータの先頭に第 1 シンクバイトパターンを書込むと共に該データの最後に第 2 シンクバイトパターンを書込んだことを特徴とする磁気ディスク媒体。

【請求項 1 5】請求項 1 4 記載の磁気ディスク媒体に於いて、前記シンクバイトパターンの前に、自動等化器の回路定数を最適値に自動調整するためのトレーニングパターンが書込まれたことを特徴とする磁気ディスク媒体。

【請求項 1 6】請求項 1 4 記載の磁気ディスク媒体に於いて、前記シンクバイトパターンの前に、読出し回路に設けているクロック発生回路を読出し信号に同期させるためのパイロットパターンが書込まれたことを特徴とする磁気ディスク媒体。

【請求項 1 7】請求項 1 4 記載の磁気ディスク媒体に於いて、前記エラー検出訂正コードを含むデータは、所定の擬似ランダム符号によりスクランブルして書込まれたことを特徴とする磁気ディスク媒体。

【請求項 1 8】請求項 1 4 記載の磁気ディスク媒体に於いて、前記媒体トラック上のセクタ領域の途中にサーボ領域が位置して第 1 セクタ領域と第 2 セクタ領域との 2 つにスプリットされている場合、前記書込みデータは、第 1 セクタ領域の第 1 スプリットデータと第 2 セクタ領域の第 2 スプリットデータの 2 つスプリットされ、前記第 1 セクタ領域に前記第 1 シンクバイトパターン、前記第 1 スプリットデータ及び前記第 2 シンクバイトパターンが順次書込まれ、前記第 2 セクタ領域に前記第 1 シンクバイトパターン、前記第 2 スプリットデータ及び前記第 2 シンクバイトパターンが順次書込まれたことを特徴とする磁気ディスク媒体。

【請求項 1 9】請求項 1 8 記載の磁気ディスク媒体に於

いて、前記書込み回路は、シンクバイトパターンの前に、前記読出し回路に設けている自動等化器の回路定数を最適値に自動調整するためのトレーニングパターンが書込まれたことを特徴とする磁気ディスク媒体。

【請求項 2 0】請求項 1 8 記載の磁気ディスク媒体に於いて、前記第 1 シンクバイトパターンの前に、読出し回路に設けているクロック発生回路を読出し信号に同期させるためのパイロットパターンが書込まれたことを特徴とする磁気ディスク媒体。

【請求項 2 1】請求項 1 8 記載の磁気ディスク媒体に於いて、所定の擬似ランダム符号を用いて前記媒体に書込む前記第スプリット 1 データ及び第 2 スプリットデータの各々がスクランブルされていることを特徴とする磁気ディスク媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、MRヘッドで媒体情報の読出しを行う磁気ディスク装置に関し、特に、MRヘッドが媒体と接触した際の衝突発熱により読取信号の急激な変動する現象（TA: Thermal Asperity）によってセクタ先頭のシンクバイトパターンが失われた場合のリカバリが適切にできるようにした磁気ディスク装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】近年、コンピュータの外部記憶装置である磁気ディスク装置の大容量化に伴い、高性能な磁気ヘッドが要求されている。この要求を満足するものとして、記録媒体の周速度に依存せず高い再生出力の得られる磁気抵抗素子（Magnetic-resistive Element）を用いた所謂MRヘッドを搭載した磁気ディスク装置が注目されている。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなリードヘッドにMRヘッドを使用した磁気ディスク装置にあつては、MRヘッドが回転中の媒体表面の極く僅かな撓みや変形等による物理的な凹凸と衝突した場合、MRヘッドの温度が摩擦熱によって瞬間的に上昇する。このように媒体の熱変動凹凸のと接触でMRヘッドの温度が急激に上昇すると、読出し信号のベースラインがシフトし、リカバリ不能なリードエラーを起し、見掛上、媒体欠陥が存在したと同じになる。このMRヘッドの媒体との衝突発熱でリードエラーとなる現象は、通常、TA（Thermal Asperity）と呼ばれる。以下の説明では、これをMRヘッドの衝突発熱TAという。

【0 0 0 4】即ち、媒体トラック上のリードセクタにおけるシンクバイト領域でMRヘッドの衝突発熱TAによりシンクバイトパターンの読取不能が起きると、セクタデータは全く復調できない。この場合、再リードを行うことになるが、熱変動凹凸は一種の物理的な欠陥であるため、同じシンクバイト領域で同じ読取り不能が繰り返

し発生し、リカバリ不能なリードエラーを引き起こす。

【0005】また媒体の高密度記録のためには、MRヘッドの浮上高さを低くする必要があり、これがMRヘッドの衝突発熱TAによる欠陥を多発させる要因となっている。また媒体の回転速度が高くなると、MRヘッドの衝突発熱を起した際に、読出し信号のベースラインのシフトが更に大きくなる。更に磁気ディスク装置は、工場段階であらゆる試験が行われている。しかし、MRヘッドの衝突発熱による欠陥は、ユーザの使用中に起きる問題であり、更に、この欠陥はユーザが使用している間に成長する傾向にあり、磁気ディスク装置の性能を著しく低下させる恐れがあった。

【0006】本発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、シンクバイト領域でのMRヘッドの衝突発熱TAによる欠陥に対し強力なリカバリを実現できるようにした磁気ディスク装置及び磁気ディスク媒体を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理説明図である。まず本発明は、図1(A)のように、書込用のインダクティブヘッド16と読出し用のMRヘッド18を備えた複合ヘッド14を用いて媒体のトラック上に情報をセクタ単位で読み書きする磁気ディスク装置を対象とする。

【0008】(基本セクタフォーマット)本発明の磁気ディスク装置の書込み回路19は、図1(B)の媒体データフォーマットのように、セクタ領域に、エラー検出訂正コードECCを含むデータDATAを書込む際に、データの先頭に第1シンクバイトパターンSB1を書込むと共にデータの最後に第2シンクバイトパターンSB2を書込む。

【0009】また読出し回路20は、セクタ領域の読出し時に、第1シンクバイトパターンSB1が正常に検出された場合は、通常通りデータを復調する。これに対し第1シンクバイトパターンSB1が検出されなかった場合には、媒体に記録されたコード語、つまり8/9変換で記録されている場合には9ビットのシリアルなデータをビット単位で連続してメモリに格納する。メモリに対する格納の開始は、リードゲートがオンとなっている区間中であっても、リードゲートがオンした後の所定時間後から所定のビット数であってもよい。いずれにしてもメモリに格納されたデータ中に第2シンクバイトパターンSB2と数バイト分のギャップパターンGAPを含むことが必要である。

【0010】媒体に記録のコード語でメモリにデータが取込まれると、今度はギャップ側からバックリードして第2シンクバイトパターンSB2を検出する。ここでギャップパターンGAPが9ビットコード語で「1FFh(11111111)」、第2シンクバイトパターンSB2が「0D9h(011011001)」とする。

この場合、バックリードでシリアルデータ

「1111111111100110110XXX」

をビット対ビットでコンペアしてチェックし、「100110110」を検出すること、即ち「0D9h」の逆である「136h」を検出することで、第2シンクバイトパターンSB2が検出できる。

【0011】この第2シンクバイトパターンSB2の検出により、シリアルなデータ列にバイト境界を付与すると共に、(データ長)+(ECC長)を示すDLバイト分前の位置からデータを読み出し、8/9変換と、データ及びECCに対するデ・スクランブルを行うことでデータの復調が可能となる。この場合の復調データは、第1シンクバイトパターンSB1に欠陥があることが前提となっており、そのため、通常は更にECCによりデータの訂正を行う必要があることはいうまでもない。

【0012】またリードバックして第2シンクバイトパターンSB2とギャップパターンGAPをビット単位にデータコンペアした際のハミング距離が大きいことが、第2シンクバイトパターンSB2を検出し易くするための条件となる。従って、ギャップパターンGAPが「1FFh」の場合、第2シンクバイトパターンSB2は、3個以上の「0」を含むパターンなら何でもよいといえる。

【0013】第1シンクバイトパターンSB1が「18Fh(110001111)」の場合には、シンクバイト検出器を共用するためには、第2シンクバイトパターンSB2を「1E3h(111100011)」のように逆パターンを使用することも考えられる。また書込み回路19は、第1及び第2のシンクバイトパターンSB1の前に、読出し回路20に設けている自動等化器の回路定数(トランスバーサルフィルタのタップ係数等)を最適値に自動調整するためのトレーニングパターンTR1を書込む。

【0014】また書込み回路19は、第1シンクバイトパターンSB1の前に、読出し回路20に設けているクロック発生回路を読出し信号に同期させるためのパイロットパターンPLO1を書込む。更に、書込み回路19は、所定の擬似ランダム符号を用いて媒体に書込むデータDATA及びエラー検出訂正コードECCの各々をスクランブルするスクランブル回路を備える。第2シンクバイトパターンSB2及びギャップパターンGAPに対しては、スクランブルをオフする必要がある。これに対応して読出し回路20は、擬似ランダム信号を用いて媒体から読出したデータDATA及びエラー検出訂正コードECCの各々にデ・スクランブルするデ・スクランブル回路を備える。

【0015】読出し回路20は、第1シンクバイトパターンSB1及び第2シンクバイトパターンSB2の両方が検出できなかった場合、再リード処理を行う。また読出し回路20は、第1シンクバイトパターンSB1が検

出できなかった場合、リード処理の正常終了後に、このリードセクタを欠陥セクタと判定して代替処理を行う。このため、ユーザの使用中にMRヘッドの衝突発熱TAによりシンクバイトパターンが失われる欠陥セクタが生じても、代替処理によって欠陥が解消され、欠陥のユーザ使用中での成長を実質的に抑止できる。(データスプリット) 書込み回路19は、図1(C)のように、書込みを行う媒体のセクタ領域の途中にサーボ領域146が予め記録されている場合、セクタ領域をサーボ領域146の前の第1セクタ領域144と後の第2セクタ領域148との2つにスプリットし、書込みデータを第1セクタ領域144の第1スプリットデータDATA1(データ長DL1)と第2セクタ領域148の第2スプリットデータDATA2(データ長DL2)の2つにスプリットする。

【0016】そして、第1セクタ領域144に、第1シンクバイトパターンSB1、第1スプリットデータDATA1、及び第2シンクバイトパターンSB2を順次書込み、続いて第2セクタ領域148に、第1シンクバイトパターンSB1、第2スプリットデータDATA2、及び第2シンクバイトパターンSB2を順次書込む。読出し回路20は、第1又は第2セクタ領域144、148の読出し時に、第1シンクバイトパターンSB1が検出された場合は、各スプリットデータDATA1、2を復調する。

【0017】これに対し第1シンクバイトパターンSB1が検出されない場合は、第1セクタ領域のデータDATA1、第2シンクバイトパターンSB2及びギャップパターンGAPのコード語のビットシリアル単位にメモリに記録する。続いて第2セクタ領域のデータDATA2、ECC、第2シンクバイトパターンSB2、ギャップGAPをコード語のビットシリアル単位にメモリに記録する。

【0018】記録後は、ギャップGAPから順にバックリードして第2シンクバイトパターンSB2をサーチする。第2シンクバイトパターンSB2が検出できると、バイト境界の設定を行い、DL1又はDL2で与えられたデータ長の位置を特定し、この部分からデータを読み出してデコード及びデ・スクランブルを行い、更にECCで訂正を行うことで、通常のリードでは読めないデータを復元することができる。

【0019】このデータスプリットについても、第1シンクバイトパターンSB1の前に自動等化用のトレーニングパターンTR1、クロック同期用のトレーニングパターンPLO1及びギャップパターンGAPを必要に応じて書込む。更に、スクランブルとデ・スクランブル、第1及び第2のシンクバイトパターンSB1、SB2の両方失陥時のリトライ、第1セクタ領域又は第2セクタ領域の第1シンクバイトSB1が検出できなかった場合の代替処理も同様にして行う。

(ディスク媒体)更に本発明は、書込用のインダクティブヘッドと読出し用のMRヘッドを備えた複合ヘッドを用いてトラック上に情報をセクタ単位で読み書きを受け取る磁気ディスク媒体を提供する。

【0020】この媒体のセクタ領域には、エラー検出訂正コードECCを含むデータDATAの先頭に第1シンクバイトパターンSB1を書込むと共にデータDATAの最後に第2シンクバイトパターンSB2を書込む。第1シンクバイトパターンSB1の前に、読出し回路20に設けている自動等化器の回路定数を最適値に自動調整するためのトレーニングパターンTR1が必要に応じて書込まれる。

【0021】また第1及シンクバイトパターンSB1の前に、読出し回路20に設けているクロック発生回路を読出し信号に同期させるためのパイロットパターンPLO1が書込まれる。更に、エラー検出訂正コードを含むデータは、所定の擬似ランダム符号によりスクランブルして書込まれている。媒体トラック上のセクタ領域の途中にサーボ領域が位置して第1セクタ領域と第2セクタ領域との2つにスプリットされている場合には、ディスク媒体のデータスプリットについても、第1シンクバイトパターンSB1の前に自動等化用のトレーニングパターンTR1、クロック同期用のトレーニングパターンPLO1を必要に応じて書込む。

【0022】また、スクランブルとデ・スクランブル、第1及び第2のシンクバイトパターンSB1、SB2の両方失陥時のリトライ、第1セクタ領域又は第2セクタ領域の第1シンクバイトSB1が検出できなかった場合の代替処理も、同様にして行う。

【0023】

【発明の実施の形態】

<目次>

1. 装置構成と基本フォーマット
2. データスプリット
3. スクランブルとデ・スクランブル

1. 装置構成と基本フォーマット

(1) 装置構成

図2は本発明の磁気ディスク装置のブロック図である。図2においてハードディスクドライブ(HDD)として知られた磁気ディスク装置は、ディスクエンクロージャ10とディスクコントローラ12で構成される。ディスクエンクロージャ10にはヘッドIC回路15が設けられ、ヘッドIC回路に対し、この実施形態にあっては4つの複合型ヘッド14-1~14-4を接続している。

【0024】複合型ヘッド14-1~14-4は、ライトヘッドとして機能するインダクティブヘッド16-1~16-4とリードヘッドとして機能するMRヘッド18-1~18-4を一体に備えている。またディスクエンクロージャ10には、ヘッドアクチュエータを駆動するVCM50、ディスク媒体を回転するスピンドルモ-

タ56が設けられる。

【0025】ディスクエンクロージャ10のヘッドIC回路15に対しては、ディスクコントローラ12側にライトチャンネル回路(WRC)19とリードチャンネル回路(RDC)20が設けられている。ライトチャンネル回路19とリードチャンネル回路20に対してはハードディスクコントローラ(HDC)22が設けられ、ハードディスクコントローラ22には、フォーマッタ24及びECC回路25が内蔵されている。

【0026】ハードディスクコントローラ22はインタフェース回路28に接続され、インタフェース回路28による上位のホスト側とのデータ転送によるホスト側からのライトデータの供給及びホスト側に対するリードデータの転送を行う。インタフェース回路28にはホスト側のデータ伝送に使用するバッファメモリ30が設けられる。またディスク媒体に対するリードライト時のヘッド位置決め制御のため、サーボ復調回路32が設けられる。

【0027】この実施形態にあつては、ディスク媒体について定密度記録方式(CDR)を採用していることから、ディスク媒体のシリンダを所定シリンダ数ごとにゾーン分割し、各ゾーンごとに異なった周波数を予め設定している。このため周波数シンセサイザ26が設けられ、リード動作またはライト動作の際のシリンダアドレスから対応するゾーン周波数をセットすることで、ライトチャンネル回路19及びリードチャンネル回路20に対するクロック供給を行う。

【0028】ディスクコントローラ12の全体的な制御はMPU36が行う。MPU36に対してはバス44を介してRAM40、更に不揮発性メモリとしてEEPROM42を接続している。またMPU36にはバス44を介してインタフェース回路28が接続されていることから、ホストからの各種のコマンドを受領して解釈し、ハードディスクコントローラ22に対するリード/ライト指示、またディスクエンクロージャ10に設けているVCM50の駆動によるヘッド位置決め制御を行う。

【0029】VCM50を駆動するため、バス44に対してはDAコンバータ46とドライバ48が設けられ、MPU36の指示でVCM50を制御する。またDAコンバータ52、ドライバ54によってスピンドルモータ56の駆動も行う。MPU36によるヘッド位置決め制御のための位置信号は、サーボ復調回路32とADコンバータ34から得られる。

【0030】図3は図2のライトチャンネル回路19のブロック図である。ライトチャンネル回路19は、ライト用HDCインタフェース回路60、8/9エンコーダ62、パラレル/シリアル変換器64、プリコーダ66、分周器68及びドライバ70で構成される。即ち、図2のハードディスクコントローラ22に設けたフォーマッタ24によりフォーマッティングされたライトデータ

は、ライト用HDCインタフェース回路60から8/9エンコーダ62に与えられ、このNRリセットライトデータを例えば8/9符号に変換した後、パラレル/シリアル変換器64でシリアルデータに変換する。

【0031】プリコーダ66は、リードチャンネル回路20側におけるパルシャルレスポンス最尤検出のため、 $1/(1+D)$ のプリコードを行った後、書込み補償を行い、分周器68で分周した後にドライバ70により図2のヘッドIC回路15を介して、そのとき選択されているライトヘッドに供給してディスク媒体に書き込む。

【0032】図4は図2のハードディスクコントローラ22及びライトチャンネル回路19によってディスク媒体に書込む際のHDCデータフォーマット及び媒体データフォーマットと、ライトゲート信号のタイムチャートである。図4(A)のライトゲート信号81は、ハードディスクコントローラ22によってディスク媒体上のセクタフォーマットの期間に亘り発生される。このライトゲート信号81に同期して図4(B)のHDCデータフォーマットに示すように、図2のハードディスクコントローラ22に設けているフォーマッタ24でフォーマッティングされたデータフォーマットがライトチャンネル回路19に供給される。

【0033】即ち図4(B)のHDCデータフォーマットは、図3(A)のライト用HDCインタフェース回路60でハードディスクコントローラ22から受けるデータのフォーマットである。このHDCデータフォーマットは、セクタ先頭のGAPで示すギャップパターン83に続いて、PLO1で示す第1パイロットパターン84をプリアンブルとして設けている。

【0034】第1パイロットパターン84に続いては、図5に示すリードチャンネル回路20の自動等化型最尤検出回路76のトレーニングを行うためのTR1で示す第1トレーニングパターン86が設けられる。続いてSB1で示す第1シンクバイトパターン88が設けられ、続いてデータ部としてDATAで示すデータ90とECCで示すエラー検出訂正コード92が設けられる。ここまでは通常のセクタフォーマットである。

【0035】次に本発明にあつては、データ部の最後に、MRヘッドの衝突発熱TAによるエラーリカバリのため、SB2で示す第2シンクバイトパターン98を設けている。このような図4(B)のHDCデータフォーマットに対応して、図2のライトチャンネル回路19によりICヘッド15を介してディスク媒体に書き込まれる媒体データフォーマットは、図4(C)のように、先頭からギャップフィールド101、第1パイロットフィールド102、第1トレーニングフィールド104、第1シンクバイトフィールド106、データフィールド108、ECCフィールド110、第2シンクバイトフィールド116、及びギャップフィールド118のフォーマット構成を持つ。

【0036】このようなデータ部先頭の第1シンクバイトパターン88に対しデータ部の最後に第2シンクバイトパターン98を新たな設けたことで、MRヘッドの衝突発熱TAにより読出データが失われ、セクタ読出しがリカバリ不能となることを防止できる。即ち、図4

(C)の媒体データフォーマットにおける第1シンクバイトフィールド106でMRヘッドの衝突発熱TAよりのディスク媒体との接触が発生し、読取りデータが再生不能となって失われた場合、データ部の最後に設けている第2シンクバイトフィールド114の第2シンクバイトパターンSB2を検出する。

【0037】第1シンクバイトパターンSB1が検出されなかった場合の第2シンクバイトパターンSB2の検出は次のようにして行う。まず、媒体に記録されたコード語、つまり8/9変換で記録されている場合には9ビットのシリアルなデータをビット単位で連続してメモリに格納する。メモリに対する格納の開始は、リードゲートがオンとなっている区間中であっても、リードゲートがオンした後の所定時間後から所定のビット数であってもよい。いずれにしてもメモリに格納されたデータ中に第2シンクバイトパターンSB2と数バイト分のギャップパターンを含むことが必要である。

【0038】媒体に記録のコード後でメモリにデータが取込まれると、今度はギャップ側からバックリードして第2シンクバイトパターンSB2を検出する。ここでギャップパターンGAPが9ビットコード語で「1FFh (11111111)」、第2シンクバイトパターンSB2が「0D9h (011011001)」とする。この場合、バックリードでシリアルデータ「111111111100110110XXX」をビット単位でチェックし、「100110110」を検出すること、即ち「0D9h」の逆である「136h」を検出することで、第2シンクバイトパターンSB2が検出できる。

【0039】この第2シンクバイトパターンSB2の検出により、シリアルなデータ列にバイト境界を付与すると共に、(データ長)+(ECC長)を示すDLバイト分前の位置からデータを読み出し、8/9変換と、データ及びECCに対するデ・スクランブルを行うことでデータの復調が可能となる。この場合の復調データは、第1シンクバイトパターンSB1に欠陥があることが前提となっており、そのため、通常は更にECCによりデータの訂正を行う。

【0040】またリードバックして第2シンクバイトパターンSB2とギャップパターンGAPをビット単位にデータコンペアした際のハミング距離が大きいことが、第2シンクバイトパターンSB2を検出し易くするための条件となる。従って、ギャップパターンが「1FFh」の場合、第2シンクバイトパターンSB2は、3個以上の「0」を含むパターンなら何でもよいといえる。

【0041】第1シンクバイトパターンSB1が「18

Fh (110001111)」の場合には、シンクバイト検出器を共用するためには、第2シンクバイトパターンSB2を「1E3h (111100011)」のように逆パターンを使用することも考えられる。図5は、図4(B)のHDCデータフォーマットと図4(C)の媒体データフォーマットにおける具体的なパターンとデータ長の具体例を表わしている。ここでデータパターンとしては、パターンAとパターンBの2種を示しており、それぞれ図4(B)のHDCデータフォーマットを「HDCIF」として示し、図4(C)の媒体データフォーマットを「MEDIA(媒体)」として示している。

【0042】即ち、HDCデータフォーマットを示す「HDCIF」のデータパターンは、図3(A)のライト用HDCインタフェース回路60に対するハードディスクコントローラ22からのデータであり、8/9エンコード62の変換前のデータである。これに対し図5の媒体データフォーマットである「MEDIA」のパターンは、図3(A)の8/9エンコード62で変換された後のパターンとなっている。

【0043】更に媒体データフォーマットである「MEDIA」の第1データDATA1、第2データDATA2、ECCについてはスクランブルSCが掛けられていることを表わしている。また第1パイロットパターンPLO1、第1シンクバイトパターンSB1、第2シンクバイトパターンSB2及びギャップパターンGAPは、スクランブルを掛けない。

【0044】図5のパターンBは、HDデータフォーマットを示す「HDCIF」についてはパターンAと同じであるが、第1パイロットパターンPLO1、トレーニングパターンTR1、第1シンクバイトパターンSB1、第2シンクバイトパターンSB2について、8/9エンコードによらず、ステートマシンにより予め定めたパターンに変換している点が相違する。サーボマークS/Mとしている点が異なる。

【0045】更にデータ長については、第1シンクバイトパターンSB1及び第2シンクバイトパターンSB2はそれぞれ従来のシンクバイトパターンと同様、1バイトである。また第1シンクバイトパターンSB1に続くデータDATAとECCは、例えば512バイトである。また、第1パイロットパターンPLO1は5~30バイト、第1トレーニングパターンTR1は0~5バイトとしている。

【0046】図6は、図2のリードチャネル回路20のブロック図である。リードチャネル回路20は、増幅器72、AGC回路74、自動等化型最尤検出回路76、8/9デコーダ78、シリアル/パラレル変換器79、リード用HDCインタフェース回路80で構成される。増幅器72は図2のヘッドIC回路15を介して得られた読取り信号を増幅し、AGC回路74で自動利得制御による増幅を行った後、自動等化型最尤検出回路76で

パーシャルレスポンス最尤検出、例えばPR4LMもしくはEPR4LMの処理を行う。

【0047】このパーシャルレスポンスによる最尤検出にあつては、通常、最尤検出回路の前にトランスバーサルフィルタを用いた自動等化器を備えている。この自動等化器であるトランスバーサルフィルタのタップ係数の設定は、工場出しの際に予め固定的に設定した固定等化型と、ディスク媒体のセクタフォーマットに記録されているトレーニング信号を使用して自動的にタップ係数を調整する自動等化型の2つがある。

【0048】8/9デコーダ78は、ライトチャネル回路19側の8/9エンコーダ62で符号変換された符号化データを元のNRZデータに復調する。8/9デコーダ78からの復調データはシリアル/パラレル変換器79によりパラレルデータに変換され、リード用HDCインタフェース回路80を介して図2のハードディスクコントローラ22に出力される。

【0049】更に、MRヘッドの衝突発熱TAでシンクバイトパターンが失陥した場合のエラーリカバリのため、セレクト回路124とメモリ126を、自動等化型最尤検出回路76と8/9デコーダ78の間に設けている。セレクト回路124は、リードゲート信号がオンすると自動等化型最尤検出回路76からの読出データを8/9デコーダ78に供給している。同時にセレクト回路124は、自動等化型最尤検出回路76からのデータをメモリ126に供給している。

【0050】メモリ126は、ハードディスクコントローラ22からのリード/ライト制御信号により書込みと読出しが行われる。メモリ126に対するシリアルなビットデータの書込みは、例えばハードディスクコントローラ22からのリードゲート信号がオンとなっている区間中とする。このためメモリ126には、データDATA、ECC、第2シンクバイトパターンSB2、及び数バイト分のギャップパターンGAPが必ず格納される。

【0051】第1シンクバイトパターンSB1が検出されなかった場合、ギャップ側からメモリ126のデータをバックリードして第2シンクバイトパターンSB2を検出する。第2シンクバイトパターンSB2が検出できると、シリアルなデータ列にバイト境界を付与すると共に、データDATAとECC長を合計したデータ長DLを示すDLバイト分前のメモリ126の位置からデータを読み出し、8/9デコーダ78による8/9変換を行った後、シリアル/パラレル変換器80及びHCDIF回路82を介してハードディスクコントローラにデータを転送する。

【0052】ここで媒体書込の際にスクランブルが掛けられていた場合は、データ及びECCに対しデ・スクランブルを行ってデータを復調する。図7は、図4(C)のように書き込まれた媒体データフォーマットの読出し処理のタイムチャートである。図7(A)は媒体データ

フォーマットの1セクタ分を表わしており、各フィールドは図4(C)と同じである。尚、図7(A)のWS(Write Splice)は、セクタ書替え領域の境界である。

【0053】図7(A)の媒体データフォーマットに対するMRヘッドを用いたリード動作が行われると、図7(B)のようなリードゲート信号(RG信号)82を、ハードディスクコントローラ22からのパイロットパターンPLO1の部分からHレベルにオンとする。通常のリード動作では、第1シンクバイトパターンSB1を検出した後、データDATAとECCを復調した後にリードゲート信号82をLレベルにオフする。

【0054】図7(C)は図7(A)の媒体データフォーマットが正常に読み取られたときの読取りデータである。リードゲート信号82のHレベルへのオンに伴い、パイロットパターンPLO1、トレーニングパターンTR1の読取りデータが得られるが、これらは図2のリードチャネル回路20に存在するデータPLLにおけるクロック同期のためであり、リードチャネル回路20のハードディスクコントローラ22への出力としては、特定データ「00h」としてデータを送出するだけである。

【0055】続いてシンクバイトパターンSB1の読取りデータ130が正常に得られ、DATAの読取りデータ132及びECCの読取りデータ134から8/9デコーダ78でNRZデータを復調する。図7(D)は、MRヘッドが衝突発熱TAにより第1シンクバイトパターンSB1の読取りデータ130が失陥した場合である。図2のハードディスクコントローラ22に存在するデータPLLは、パイロットパターンPLO1の信号との同期を開始し、トレーニングパターンTR1を検出する前までに同期引き込みを完了する。

【0056】同期引き込みを完了すると、図6のメモリ126に最尤検出回路76で復調したシリアルデータを順次記録する。この動作は、ハードディスクコントローラ22がリードゲートをオフするまで継続する。ハードディスクコントローラ22は、ギャップパターンGAPの部分を含めてリードゲート信号82をオンする。リードゲート信号82がオフになった後、ハードディスクコントローラ22は、メモリ126に書込んだ方向と逆方向からビット対ビットのコンペアを行い、ギャップパターンGAPに続く第2シンクバイトパターンSB2を検出する。

【0057】第2シンクバイトパターンSB2が検出できれば、データ長とECC長の合計であるDL長により、DLバイト数だけ前に位置をずらせ、この位置のデータからECCまでを読み出し、8/9デコーダ78による8/9変換及びデ・スクランブルを行い、更に、ECC回路25を動作させることで、第1シンクバイトパターンSB1が復調できなくても、データを復調してリードを正常終了することができる。またMRヘッドの衝突発熱TAによる失陥は、数バイト程度の範囲に及ぶた

め、第1シンクバイトパターンSB1の失陥に続いてデータADTAの先頭部分も失われる場合がある。このようにMRヘッドの衝突発熱TAによる失陥がデータADTAの読取りデータ132の先頭部分に及んでいても、エラー検出訂正コードによる訂正能力の範囲内のデータ失陥であれば、図2のハードディスクコントローラ22に設けているECC回路25において失われたデータ2の部分の復元することができる。この実施形態において図2のハードディスクコントローラ22に設けたECC回路25の訂正能力は、10数バイトであることから、十分に訂正できる。

【0058】更に第1シンクバイトパターンSB1及び第2シンクバイトパターンSB2の両方の読取りデータが検出できなかった場合には、データは全く復調できないことから、リトライ処理として再リードを行う。リトライ処理は、第2シンクバイトパターンSB2の検出によりデータ復調が正常にできるまで、予め定めたリトライ回数分だけ繰り返し行われる。

【0059】通常、MRヘッドの衝突発熱TAによる失陥は、10数バイト程度に収まることから、第1シンクバイトパターンSB1が失陥しても、データ部の最後に位置する第2シンクバイトパターンSB2には及ばない。このため、第1シンクバイトパターンSB1の失陥に続く第2シンクバイトパターンSB2の失陥は、MRヘッドの衝突発熱TA以外の原因によるデータ失陥と見做すことができる。その結果、リトライ時の再リードによって、図7(D)のように確実に第2シンクバイトパターンSB2の読取りデータ140が得られ、メモリ126からデータDATA及びECCを正しく読み出して復調し、リード動作を正常終了とすることができる。

【0060】更に、図7(D)の第1シンクバイトパターンSB1の失陥、あるいは第1シンクバイトパターンSB1と第2シンクバイトパターンSB2の両方が失陥した際のリトライ時について、リード動作が正常終了した後、欠陥セクタと見做し、ディスク媒体の予め定めた代替シリンドラの空セクタにセクタデータを格納してコントローラ上のセクタ代替テーブルに登録する。

【0061】このため、その後、同じ失陥セクタにアクセスに対しては、代替テーブルの内容に基づいて代替セクタにアクセスする。したがって、一度、MRヘッドの衝突発熱TAによる失陥を起こしたセクタは、アクセス対象セクタから除外され、これによってMRヘッドの衝突発熱TAによる欠陥セクタの成長を防止することができる。

【0062】図8は図7のリード動作のフローチャートである。尚、このリード動作は、媒体の書込時に、データ及びECCについてスクランブルを行っており、このためリード時にデ・スクランブルを行う場合を例にとっている。もし、媒体書込時にスクランブルが行われていなければ、デ・スクランブルに関する処理は不要とな

る。

【0063】リード動作は、ハードディスクコントローラ22が第1パイロットパターンPLO1の区間でリードゲートをオンする所から開始される。リードチャンネル回路20は、ステップS1でリードゲートがオンかどうかを判断し、オンであれば、まずステップS2でデ・スクランブルとカウンタNの初期化のためのリセットを行う。

【0064】次に、ステップS3で第1シンクバイトパターンSB1の検出を行い、検出できるとステップS4で8/9変換とデ・スクランブルを行う。続いてステップS5に進んでエラーのをチェックし、エラーがあれば、ステップS5でECC処理をオンして訂正し、ステップS6でエラーなしを確認してリード動作を正常終了する。

【0065】次に第1シンクバイトパターンSB1が失陥した場合には、ステップS7でリードゲートオンを判別するとステップS8でメモリ126にデータを記録する。このメモリ126に対するデータの記録は、実際にはステップS3でリードゲートがオンとなった時、またはその時から所定時間後に開始される。次ステップS9でメモリ126に記録したデータのバックリードによって第2シンクバイトパターンSB2をチェックする。第2シンクバイトパターンSB2が検出されると、ステップS10に進んで、バイト境界を設定し後にDL長だけ前に戻した位置からメモリ126のデータを読み出し、8/9変換及びデ・スクランブルにより復調する。

【0066】続いてステップS5に進んでエラーをチェックする。この場合、第1シンクバイトパターンSB1は失陥しており、この影響がデータにも及んでいる場合はエラーが検出され、ステップS6でECC処理のオンによりエラーを訂正し、ステップS7でエラーなしを確認してリード動作を正常終了する。更に第1シンクバイトパターンSB1と第2シンクバイトパターンSB2の両方が失陥した場合には、ステップS9のバックリードで第2シンクバイトパターンSB2を検出することができない。そこで、ステップS11でカウンタNをN+1とし、ステップS12でリトライ回数が所定数かを判断し、Nが所定回数以下の場合にはスタートに戻り、ハードディスクコントローラ22がリードゲートを第1パイロットパターンPLO1でオンする所から再度スタートする。リード動作が所定回数Mになってもリードできない時は、異常終了となる。

【0067】図9は本発明の磁気ディスク装置における他の媒体データフォーマットのリード時のタイムチャートである。この実施形態にあつては、図5のリードチャンネル回路20に設けている自動等化型最尤検出回路76の自動等化器の制御に使用するトレーニングパターンTR1を除いたことを特徴とする。即ち、図5のリードチャンネル回路20の自動等化型最尤検出回路76として例

えば工場出荷時に調整された固定値を使用する場合であり、このためディスク媒体のリード時によるトレーニング信号によるタップ係数の自動設定は必要ない。

【0068】このため図9(A)の媒体データフォーマットは、図7(A)の第1トレーニングフィールド104を除いており、第1トレーニングパターンTR1は記録されていない。それ以外のフォーマット構成は図7

(A)と同じである。図10は図9(A)のトレーニングなしの媒体データフォーマットで書き込まれた各フィールドの具体的なパターンであり、図5のトレーニングありのパターンと同様、ハードディスクコントローラとのインタフェース上のパターンである「HDCIF」と、ディスク媒体上のパターンとなる「MEDIA」に分けてパターンCとして示している。

【0069】このパターンCは、図5のパターンBから第1トレーニングパターンTR1を除いたパターンである。また第1パイロットパターン及び第1データDATA1のデータ長は、図5と同じになる。更に第1シンクバイトパターンSB1は1バイトであるが、シンクバイトパターン検出の冗長性をもたせるため、1~6バイトの範囲に設定可能としてもよい、再び図9を参照するに、図9(B)(C)は正常読取り時のリードゲート信号82と読取りデータであり、図7(B)(C)のトレーニングパターンありの場合と基本的に同じになる。また図9(D)は第1シンクバイトパターンSB1失陥時の読取りデータであり、図7(D)と同じである。

2. データスプリット

本発明の磁気ディスク装置は、ディスク媒体のデータ面の所定回転角ごとにラジアル方向にサーボパターンを配置したデータ面サーボ方式を採用している。このため図4(A)~(C)のような書込みを行う際に、書込みセクタ領域の途中にサーボ領域が存在すると、書込みデータを2つにスプリットして書き込むデータスプリットのフォーマットとなる。

【0070】図11(A)は媒体データのスプリットフォーマットであり、書込みセクタは、サーボフィールド146を挟んだ前後に第1セクタ領域144と第2セクタ領域148の2つにスプリットされて書き込まれる。このスプリットされた第1セクタ領域144と第2セクタ領域148の各々に対し、本発明にあっては、データ部の先頭と最後にシンクバイトパターンを配置するフォーマットを適用している。

【0071】即ち、サーボフィールド146の前の第1セクタ領域144について、ギャップフィールド101、第1パイロットフィールド102、第1トレーニングフィールド104、第1シンクバイトフィールド106、第1データフィールド108、第2シンクバイトフィールド116及びギャップフィールド118を設ける。

【0072】またサーボフィールド146に続く後半の

第2セクタ領域148についても、ギャップフィールド147、第1パイロットフィールド150、第1トレーニングフィールド152、第1シンクバイトフィールド154、第2データフィールド156、第2シンクバイトフィールド162及びギャップフィールド164を設けている。

【0073】そして第1及び第2セクタ領域144、148の各フィールドには、データフィールドを除いて第1パイロットパターンPLO1、第1トレーニングパターンTR1、第1シンクバイトパターンSB1、第2シンクバイトパターンSB2が格納される。書込みデータについては、サーボフィールド146によるスプリットで前後の書込みデータに分けられ、第1データフィールド108にデータ長DL1のスプリットされた第1スプリットデータDATA1を書込み、第2データフィールド116にデータ長DL2にスプリットされた第2スプリットデータDATA1とECCを書き込んでいる。

【0074】ここでサーボパターンによってスプリットされるセクタが予め決っていることから、第1、第2スプリットデータDATA1、2のデータ長DL1、DL2も予め決っている。図11(B)(C)は、図11

(A)のスプリットされた媒体データフォーマットの正常読出し時のリードゲート信号と読取りデータである。図11(B)のリードゲート信号は、サーボフィールド146の前半の第1セクタ領域144のリードでHレベルに立ち上がるリードゲート信号82-1と、サーボフィールド146の後ろの第2セクタ領域148のタイミングでHレベルに立ち上がるリードゲート信号82-2の2つに分かれる。

【0075】このようにサーボフィールド146を挟んで前後に発生するリードゲート信号82-1、82-2のそれぞれでリードチャネル回路20が動作する。図11(C)のように、前半の第1セクタ領域144の読取りデータとして第1シンクバイトパターンSB1の読取りデータ130に基づき、データ長DL1の第1スプリットデータDATA1の読取りデータ132が復調される。

【0076】後半の第2セクタ領域148についても同様に、リードゲート信号82-2のHレベルへのオンに基づいて、読取りデータ166から第1シンクバイトパターンSB1を検出すると、読取りデータ168、134からデータ長DL2の第2スプリットデータDATA2とECCを復調する。図11(D)は図11(A)の媒体データのスプリットフォーマットについて、サーボフィールド146の手前の第1セクタ領域144で第1シンクバイトパターンSB1が失陥した場合である。この場合、リードゲート信号は、図11(B)のように、第1セクタ領域144と第2セクタ領域148に対応してリードゲート信号82-1、82-2がHレベルにオンして、リードチャネル回路20のリード動作が行われ

る。

【0077】図2のハードディスクコントローラ22は、第1セクタ領域144に対応してリードゲート信号82-1をオンすると、内蔵したデータPLLによるパイロットパターンPLO1の信号との同期を開始し、トレーニングパターンTR1を検出する前までに同期引き込みを完了する。同期引き込みを完了すると、図6のメモリ126に最尤検出回路76で復調したシリアルデータDATA1、第2シンクバイトパターンSB2及びギャップパターンGAPまでの記録を開始する。この記録動作は、ハードディスクコントローラ22がリードゲート信号82-1をオフするまで継続される。

【0078】次にハードディスクコントローラ22は、第2セクタ領域148に対応してリードゲート信号82-2をオンし、内蔵したデータPLLによるパイロットパターンPLO1の信号との同期を開始し、トレーニングパターンTR1を検出する前までに同期引き込みを完了する。同期引き込みを完了すると、図6のメモリ126に最尤検出回路76で復調したシリアルデータDATA2、ECC、第2シンクバイトパターンSB2及びギャップパターンGAPまでの記録を開始する。この記録動作は、ハードディスクコントローラ22がリードゲート信号82-2をオフするまで継続される。

【0079】リードゲート信号82-2がオフになると、この場合、第1セクタ領域144の第1シンクバイトパターンSB1の失陥であることから、ハードディスクコントローラ22は、メモリ126に書込んだ方向と逆方向からビット単位のコンペアにより、ギャップパターンGAPに続く第2シンクバイトパターンSB2を検出する。

【0080】第2シンクバイトパターンSB2が検出できれば、データ長DL1によりDL1バイト数だけ前に位置をずらせ、この位置のデータDATA1をメモリ126から読み出し、8/9デコーダ78による8/9変換及びデ・スクランブルを行い、更に、ECC回路25を動作させることで、第1セクタ領域144の第1シンクバイトパターンSB1が復調できなくても、データを復調してリードを正常終了することができる。

【0081】尚、第2セクタ領域148については、第1シンクバイトパターンSB1が正常に検出させているため、メモリ126の読み出しを行う必要はない。図11(E)は、後半の第2セクタ領域148で第1シンクバイトパターンSB1が失陥した場合であり、リードゲート信号82-1、82-3のオンに基づく復調データのメモリ126への記録は、第1セクタ領域144の場合と同じであるが、バックリードによる第2シンクバイトパターンSB2を検出した場合、データDATA2とECCの合計データ長DL2により、DL2バイト数だけ前に位置をずらせ、この位置のデータDATA2及びECCをメモリ126から読み出し、8/9デコーダ7

8による8/9変換及びデ・スクランブルを行う。

【0082】更に、ECC回路25を動作させることで、第2セクタ領域148の第1シンクバイトパターンSB1が復調できなくても、データを復調してリードを正常終了することができる。図12はトレーニングパターンを持たない媒体データフォーマットについてサーボフィールドによるデータスプリットが起きた場合の正常読取りのタイムチャートである。

【0083】図12(A)はトレーニングパターンを持たない媒体データのスプリットフォーマットであり、図11(A)から第1トレーニングパターンTR1の記録フィールドを取り除いたフォーマットとなる。図12

(B)は正常読取り時のリードゲート信号82-1、82-2であり、その結果、図12(C)のような正常時の読取りデータにより第1データDATA1から第4データDATA4、更にECCの復元ができる。

【0084】図12(D)は、トレーニングパターンを持たない媒体データのスプリットフォーマットにおける前半の第1セクタ領域144で第1シンクバイトパターンSB1が失陥した場合の前半の読取りデータであり、また図12(E)は、トレーニングパターンを持たない媒体データのスプリットフォーマットにおける後半の第1セクタ領域148で第1シンクバイトパターンSB1が失陥した場合の後半の読取りデータであり、各々図11(D)(E)に対応している。

【0085】更に図11、図12につき、第1セクタ領域144または第2セクタ領域148のいずれかで第1及び第2シンクバイトパターンSB1、2の両方が失われた場合には、リトライ動作を行うことになる。

3. スクランブルとデ・スクランブル

図13は図2のライトチャネル回路19の他の実施形態であり、この実施形態にあつては、ディスク媒体に書き込むデータ、ECC及びギャップパターンにスクランブルを掛けるようにしたことを特徴とする。

【0086】図13においてライトチャネル回路19には、図3の実施形態と同様、ライト用HDCインタフェース回路60、8/9エンコーダ62、パラレル/シリアル変換器64、プリコーダ66、分周器68及びドライバ70が設けられている。またライト用HDCインタフェース回路60と8/9エンコーダ62の間に、データECC及びギャップパターンに対しスクランブルを掛けるための回路機能が設けられる。

【0087】即ち、ライト用HDCインタフェース回路60に続いてスクランブル回路272が設けられる。スクランブル回路272は、EX-OR回路274及び擬似ランダムパターン発生器276を備える。擬似ランダムパターン発生器276は、所定符号長の例えばM系列符号を発生する。EX-OR回路274は、ライト用HDCインタフェース回路60からのフォーマッティングされた1セクタ分のデータに擬似ランダムパターンをE

X-ORしてスクランブルを掛ける。

【0088】スクランブル回路272に続いてはセレクト回路270が設けられる。セレクト回路270にはライト用HDCインタフェース回路60からのデータとスクランブル回路272でスクランブルされたデータが入力され、いずれか一方が選択されて8/9エンコーダ62に入力される。セレクト回路270は、書込みデータECC及びギャップパターンのタイミングではスクランブル回路272でスクランブルされたデータを選択し、それ以外のタイミングにあつてはライト用HDCインタフェース回路60からのデータ、即ちスクランブルが掛けてないデータを選択する。

【0089】セレクト回路270の選択制御及び擬似ランダムパターン発生器276のパターン発生は、タイミング発生回路284により制御される。タイミング発生回路284に対してはシンクバイト検出回路278、DLレジスタ280が設けられている。シンクバイト検出回路278は、ライト用HDCインタフェース回路60から得られたフォーマット済みの書込みデータに含まれている第1及び第2シンクバイトパターンSB1、SB2を検出して出力する。

【0090】DLレジスタ280は、第1シンクバイトパターンSB1に続くデータDATAとECCを合計したデータ長DLをセットしており、シンクバイト検出回路278で第1シンクバイトパターンSB1が検出したタイミングから、DLレジスタ280の設定データ長DLに応じたデータDATAの区間を設定する。これを受けてタイミング発生回路284はデータDATA及びECCの区間に亘るスクランブル期間を設定する。

【0091】このようなタイミング発生回路284によるスクランブルを受けるデータ及びECCのタイミングを示すタイミング信号は、擬似ランダムパターン発生器276にも与えられており、セレクト回路270のスクランブル回路272からの出力選択に同期して擬似ランダムパターン発生器276より擬似ランダムパターンをEX-OR回路174に出力して、スクランブルデータをセレクト回路270に供給できるようにしている。

【0092】図14は図13のライトチャネル回路19のスクランブル処理のタイムチャートである。まず図14(A)のライトゲート信号81がオンすると、スクランブル回路272の擬似ランダムパターン発生器276が動作可能状態となる。この状態で図14(B)のようなHDCデータフォーマットに従った書込みデータがライト用HDCインタフェース回路60を介してライトチャネル回路19に入力される。

【0093】第1シンクバイト検出回路278は、SB1で示す第1シンクバイトパターン88を検出してタイミング発生回路284に検出信号を出力する。これを受けてタイミング発生回路284はDLレジスタ280で設定されたデータ長DLに亘ってタイミング信号をセ

クタ回路270に出力してスクランブル回路272の出力を選択する。

【0094】またタイミング信号は擬似ランダムパターン発生器276に与えられることで図14(D)のスクランブル信号288-1が発生され、EX-OR回路274に対するDATA、ECCの各データ90、92についてスクランブルが掛けられる。図15は、図13のスクランブル機能を持つライトチャネル回路19に対応した図2のリードチャネル回路20のデ・スクランブル機能を持った実施形態のブロック図である。

【0095】図15においてリードチャネル回路20は、図5の増幅器72、AGC回路74、自動等化型最尤検出回路76、8/9デコーダ78、シリアル/パラレル変換器79及びリード用HDCインタフェース回路80を備え、また、MRヘッドの衝突発熱TAでシンクバイトパターンが失陥した場合のエラーリカバリのため、セレクト回路124とメモリ126を、自動等化型最尤検出回路76と8/9デコーダ78の間に設けている。

【0096】更にデ・スクランブルのため、シリアル/パラレル変換器79とリード用HDCインタフェース回路80の間に、デ・スクランブル回路290とセレクト回路304を設けている。デ・スクランブル回路290にはEX-OR回路292と擬似ランダムパターン発生器294が設けられ、これは図13のスクランブル回路272と同じである。セレクト回路304はタイミング発生回路305により選択制御される。

【0097】即ち、読取りデータに含まれるデータDATA及びECCのタイミングで、デ・スクランブル回路290の出力を選択することにより、デ・スクランブルを掛け、それ以外のタイミングについてはシリアル/パラレル変換器79の出力を直接選択することでデ・スクランブルを解除している。シリアル/パラレル変換器79、擬似ランダムパターン発生器294及びタイミング制御発生回路305の制御のため、シンクバイト検出回路296が設けられる。更にタイミング発生回路305の制御のため、データDATAとECCを合計したデータ長DLを格納したDLレジスタ300が設けられる。

【0098】図16は、図15のデ・スクランブル機能を備えたリードチャネル回路20の処理動作のタイムチャートである。いま図16(A)のような媒体フォーマットのリードが行われたとする。このうちデータフィールド108のデータDATAとECCフィールド118のECCの各々については、図14のタイムチャートに示したように、書込み時にスクランブルが掛けられている。

【0099】リード動作が行われると、図16(B)のように、第1パイロットパターンPLO1の検出でリードゲート信号82がHレベルに立ち上がる。この状態で第1シンクバイト検出回路296によって第1シンクバ

イトパターンSB1が検出されると、タイミング発生回路305は、図16(C)のように、DLレジスタ300にセットしたデータDATA及びECCのデータ長DLに亘ってタイミング信号308を出力する。タイミング信号308が停止すると、同時に擬似ランダムパターン発生器294はリセットされる。

【0100】このタイミング信号308によってセクタ回路304はデ・スクランブル回路290からの出力を選択する。またシンクバイト検出信号はシリアル/パラレル変換器79に与えられており、第1シンクバイトパターンSB1の検出タイミングからデータDATAのシリアル読出しデータをパラレル変換する。このとき擬似ランダムパターン発生器294は、パラレル変換のビット幅に一致する擬似ランダムパターンをEX-OR回路292に出力し、擬似ランダムパターンとパラレルデータとのEX-OR演算によりデ・スクランブルを行って元のNRZデータを復元する。デ・スクランブルされたデータは、セクタ回路304、ライト用HDCインタフェース回路80を介してハードディスクコントローラ22に出力される。また、ここでデ・デスクランブラ回路290はリセットされる。

【0101】図16(F)は、第1シンクバイトパターンSB1が失陥した場合であり、この場合にも、図16(E)の正常時と同様にしてデータDATA及びECCの読取データ132、134に対するデ・スクランブルが行われる。尚、本発明は上記の実施例に限定されず、シンクバイトパターンをデータ部の前後に配置したフォーマットであれば各種の変形が可能である。また本発明は、上記の実施形態に示した数値による限定は受けない。

【0102】

【発明の効果】以上説明してきたように本発明によれば、データ部の先頭のシンクバイトパターンに加え、データ部の最後にもシンクバイトパターンを配置したことで、先頭のシンクバイトパターンが、MRヘッドの媒体との衝突発熱TAにより失われても、データ部の最後のシンクバイトパターンに基づいてセクタデータを復調できるため、セクタデータが完全に失われてしまう事態を未然に防止でき、MRヘッドの衝突発熱TAによるシンクバイトの喪失でリカバリ不能なエラーを引き起こすことを未然に防止できる。

【0103】またMRヘッドの衝突発熱TAによる欠陥は、ユーザ使用段階でランダムに発生し且つセクタ欠陥として成長するが、本発明のデータ部末尾のシンクバイトの検出に基づいてセクタデータ復調が正常終了した際には、正常終了後に欠陥セクタと見做して代替セクタに登録する代替処理を行っておくことで、MRヘッドの衝突発熱TAに起因した欠陥セクタを実質的にリカバリすることができ、ユーザ使用段階におけるMRヘッドの衝突発熱TAに起因した欠陥セクタの成長を確実に防止で

きる。

【0104】更にデータ面サーボ方式における書込みでサーボパターンにより書込みデータがスプリットされた場合についても、それぞれのスプリットされたセクタ領域についてシンクバイトパターンをデータ部の前後に配置することで、データスプリットを受けた分割セクタ領域のそれぞれについて、MRヘッドの衝突発熱TAによるシンクバイトパターンの失陥に対し、リカバリ不能なエラーを起こすことなく正常なリード動作として終了できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図

【図2】本発明の装置構成の実施形態のブロック図

【図3】図2のライトチャネル回路のブロック図

【図4】本発明のライト処理のHDCデータフォーマットと媒体データフォーマットのタイムチャート

【図5】図4のHDCデータフォーマット及び媒体データフォーマットの使用パターンの説明図

【図6】図2のリードチャネル回路のブロック図

【図7】図4の媒体データフォーマットのリード処理における正常リード時とSB1失陥時のタイムチャート

【図8】図7のリード処理のフローチャート

【図9】トレーニングなしとした本発明の媒体データフォーマットとリード処理における正常時、SB1失陥時のタイムチャート

【図10】トレーニングなし媒体データフォーマット使用パターンの説明図

【図11】データスプリットの媒体データフォーマットと正常時、SB1失陥時のリード処理のタイムチャート

【図12】トレーニングなしのデータスプリット媒体フォーマットと正常時、SB1失陥時のリード処理のタイムチャート

【図13】ライトデータにスクランブルを掛ける図2のライトチャネル回路のブロック図

【図14】図13のスクランブル動作のタイムチャート

【図15】リードデータにデ・スクランブルを掛ける図2のリードチャネル回路のブロック図

【図16】正常時のSB1失陥時の図15のデ・スクランブル動作のタイムチャート

【符号の説明】

10：ディスクエンクロージャ

12：ディスクコントローラ

14、14-1～14-4：複合ヘッド

15：ヘッドIC回路

16、16-1～16-4：インダクティブヘッド（ライトヘッド）

18、18-1～18-4：MRヘッド（リードヘッド）

19：ライトチャネル回路（書込み回路）

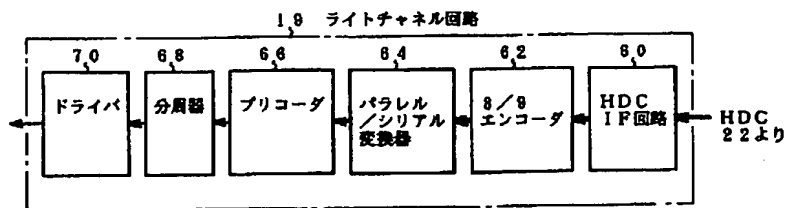
20：リードチャネル回路（読出し回路）

22 : ハードディスクコントローラ (HDC)
 24 : フォーマッタ
 25 : ECC回路
 26 : 周波数シンサイザ
 28 : インタフェース回路
 30 : バッファメモリ
 32 : サーボ復調回路
 34 : ADコンバータ
 36 : MPU
 38 : クロック発生回路
 40 : RAM
 42 : EEPROM
 44 : バス
 46, 52 : DAコンバータ
 48, 54 : ドライバ
 50 : VCM
 56 : スピンドルモータ (SPM)
 60 : ライト用HDCインタフェース回路
 62 : 8/9エンコーダ
 64 : パラレル/シリアル変換器
 66 : プリコーダ
 68 : 分周器
 70 : ドライバ
 72 : 増幅器
 74 : AGC回路
 76 : 自動等化型最尤検出回路
 78 : 8/9デコーダ
 80 : シリアル/パラレル変換器
 82 : リード用HDCインタフェース回路
 81 : ライトゲート信号 (RG信号)
 83 : ギャップパターン (GAP)
 84 : 第1パイロットパターン (PLO1)

86 : 第1トレーニングパターン (TR1)
 88 : 第1シンクバイトパターン (SB1)
 90 : データ (DATA)
 92 : エラー検出訂正コード (ECC)
 98 : 第2シンクバイトパターン (SB2)
 100 : ギャップパターン (GAP)
 101 : ギャップフィールド
 102 : 第1パイロットフィールド (PLO1)
 104 : 第1トレーニングフィールド (TR1)
 106 : 第1シンクバイトフィールド (SB1)
 108 : データフィールド (DATA)
 110 : ECCフィールド
 116 : 第2シンクバイトフィールド (SB2)
 118 : ギャップフィールド
 124 : セレクタ回路
 126 : メモリ
 144 : 第1セクタ領域
 146 : サーボ領域
 148 : 第2セクタ領域
 270, 204 : セレクタ回路
 272 : スクランブル回路
 274, 292 : EX-OR回路
 276, 294 : 擬似ランダムパターン発生器
 278 : シンクバイト検出回路
 280, 300 : DLレジスタ
 284, 305 : タイミング発生回路
 288-1, 288-2 : スクランブル信号
 290 : デ・スクランブル回路
 296 : シンクバイト検出回路
 308-1, 308-2, 314 : デ・スクランブル信号

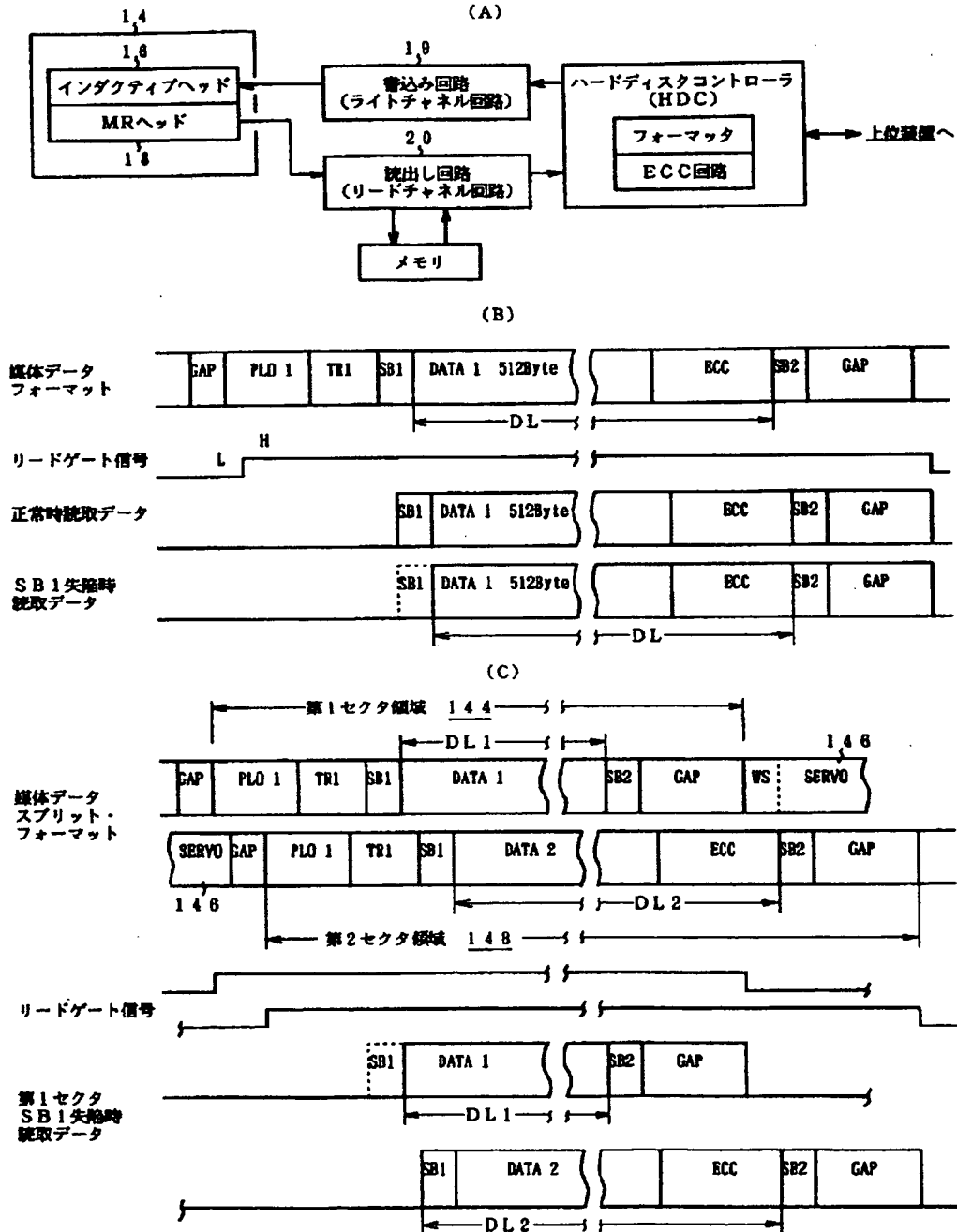
【図3】

図2のライトチャネル回路のブロック図

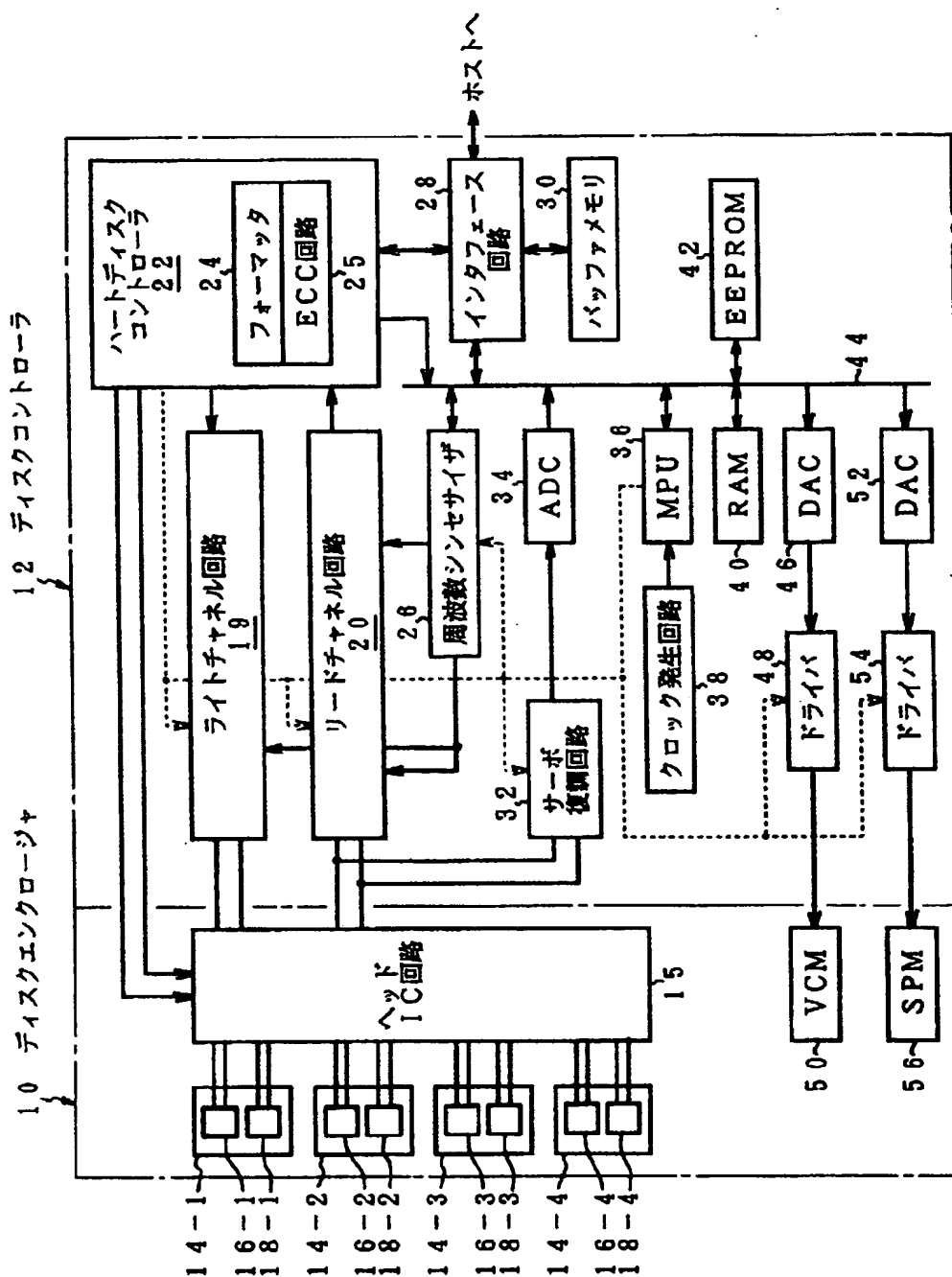


【図1】

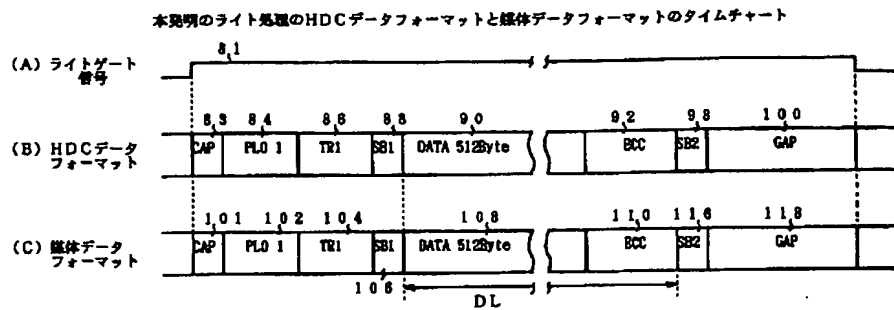
本発明の原理説明図



本発明の装置構成の実施形態のブロック図



【図4】



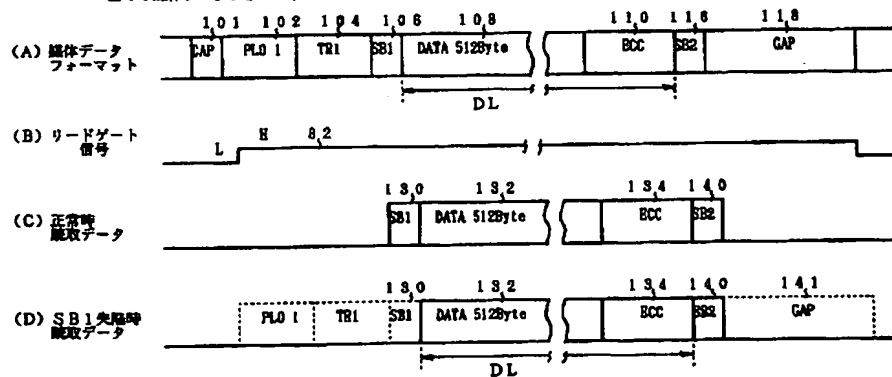
【図5】

図4のHDCデータフォーマット及び媒体データフォーマットの使用パターンの説明図

		PLO 1	TR 1	SB 1	DATA BCC	SB 2	GAP
パターンA	HDC IF	"00h"	"93h"	"1Ph"	"XXh"	"69h"	"00h"
	MEDIA	"1PPh" S/M	"133h" 8-79	"18Ph" 8-79	"XXCh" 8-79 with SC	"009h" 8-79	"1PPh" S/M
パターンB	HDC IF	"00h"	"PPh"	"PPh"	"XXh"	"PPh"	"00h"
	MEDIA	"1PPh" S/M	"133h" S/M	"18Ph" S/M	"XXCh" 8-79 with SC	"009h" S/M	"1PPh" S/M
データ長		5~308	0~58	18	XX	18	XX

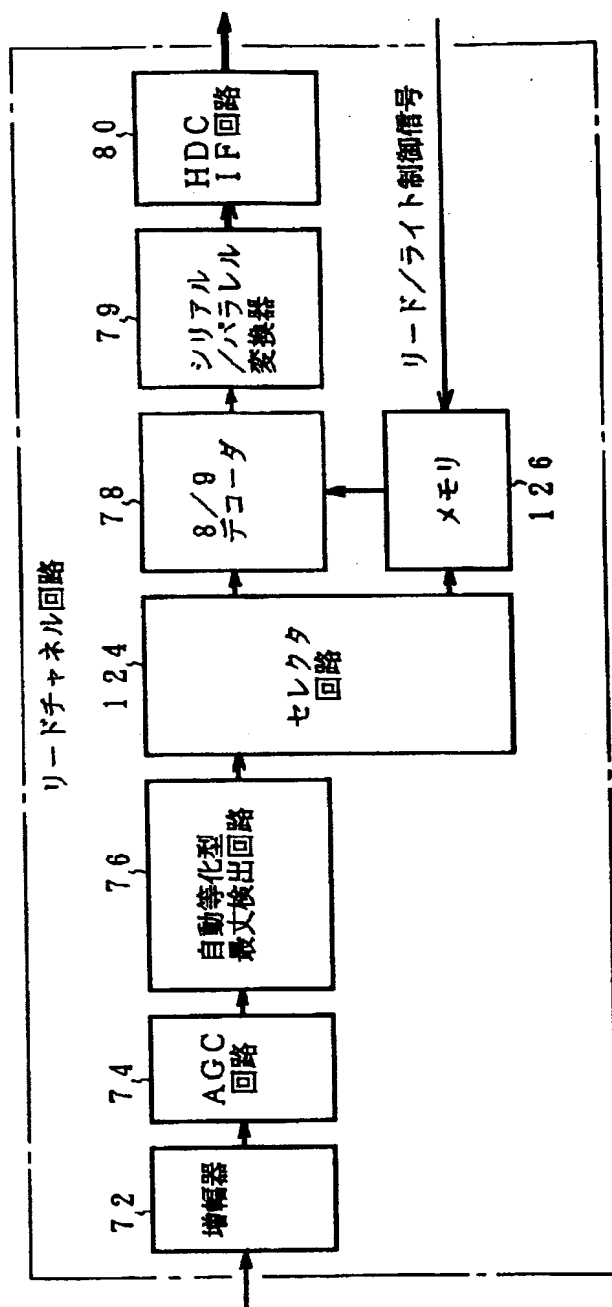
【図7】

図4の媒体データフォーマットのリード処理における正常リード時とSB1失陥時のタイムチャート



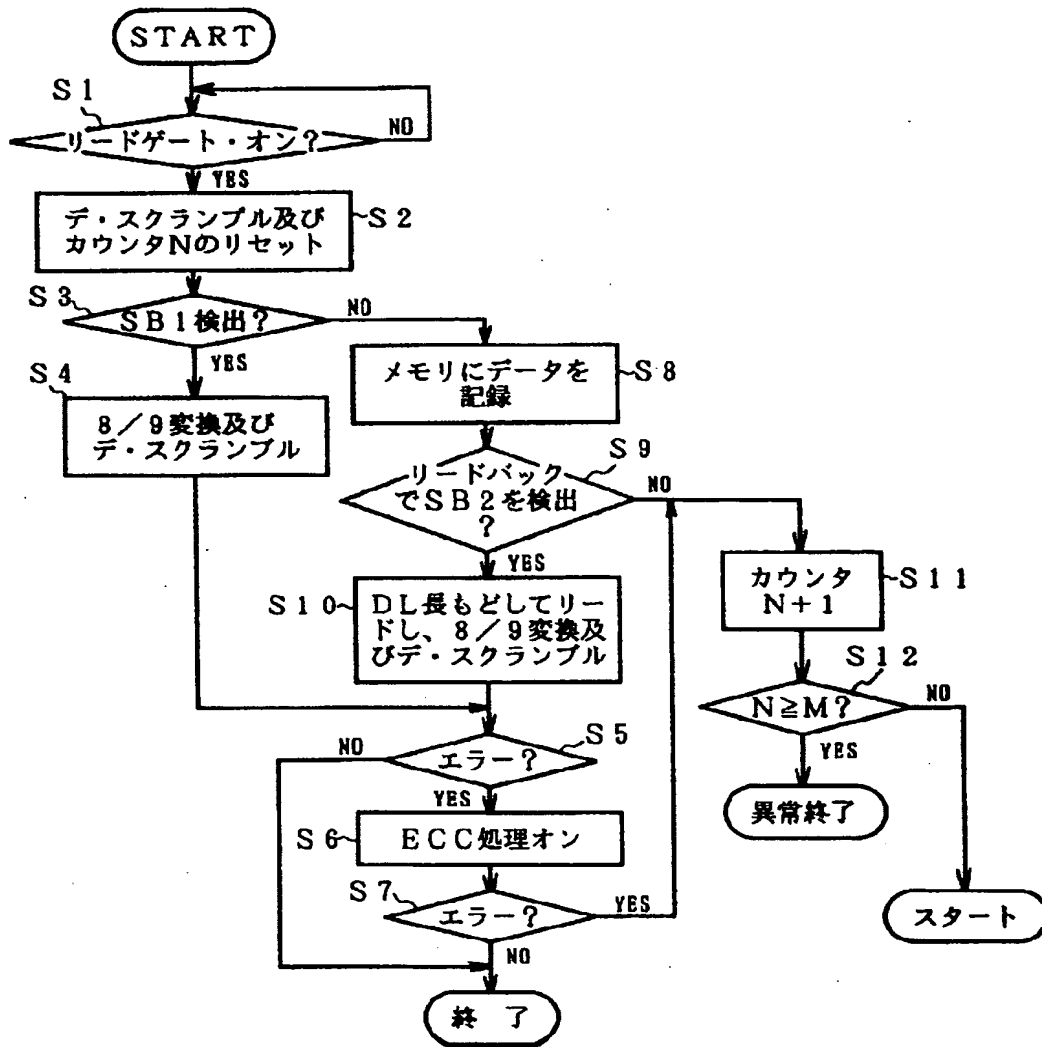
【図6】

図2のリードチャネル回路のブロック図



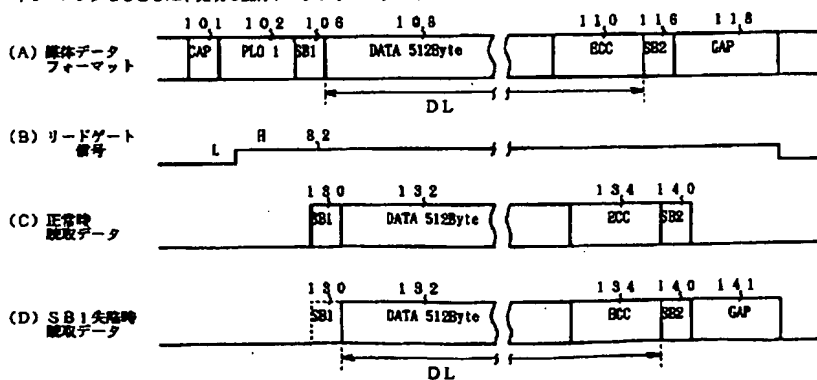
【図8】

図7のリード処理のフローチャート



【図9】

トレーニングなしとした本発明の媒体データフォーマットとリード処理における正常時、SB1失陥時のタイムチャート



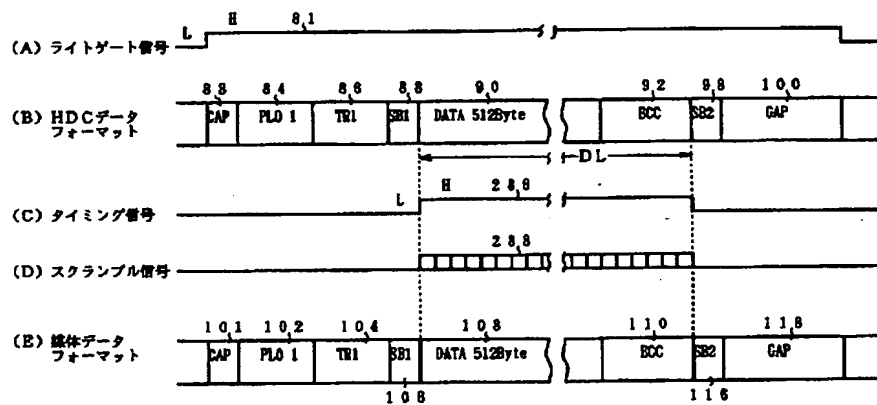
【図10】

トレーニングなし媒体データフォーマット使用パターンの説明図

		PLO 1	SB 1	DATA ECC	SB 2	GAP
パターンC	HDC IF	" 00h "	" FFh "	" XXh "	" EEh "	" 00h "
	MEDIA	" 1FFh" S/M	" 067h" S/M	" XXXh" 8→9 with SC	" 133h" S/M	" 1FFh" S/M
データ長		5~30B	1~6B	0~XXB	1~6B	—

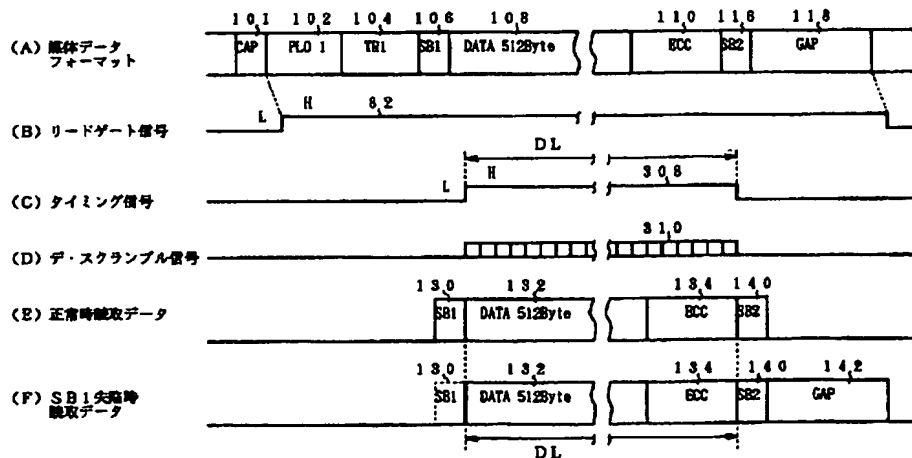
【図14】

図13のスクランブル動作のタイムチャート



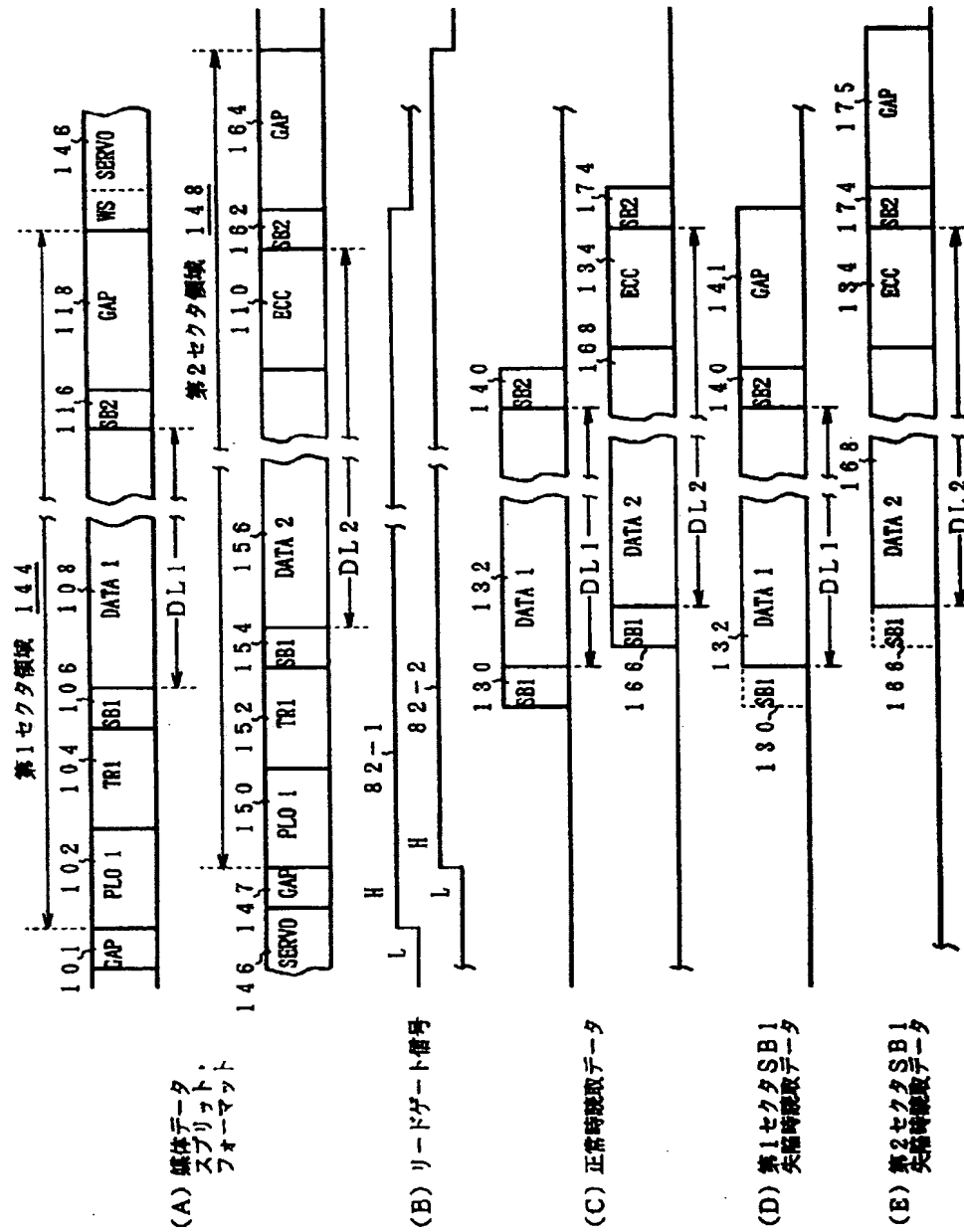
【図16】

正常時のSB1失陥時の図15のデ・スクランブル動作のタイムチャート

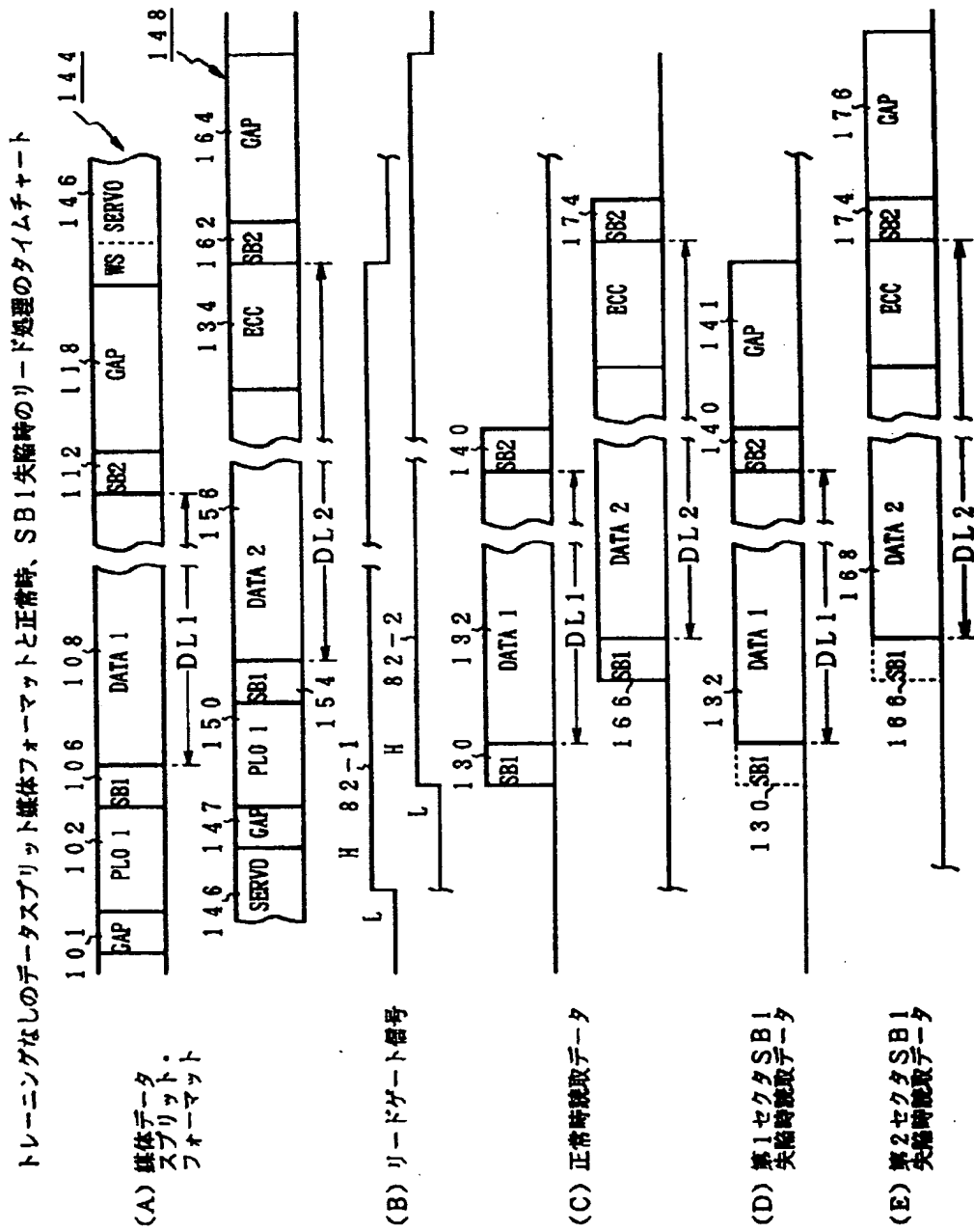


【図11】

データサブリットの媒体データフォーマットと正常時、SB1失陥時のリード処理のタイムチャート

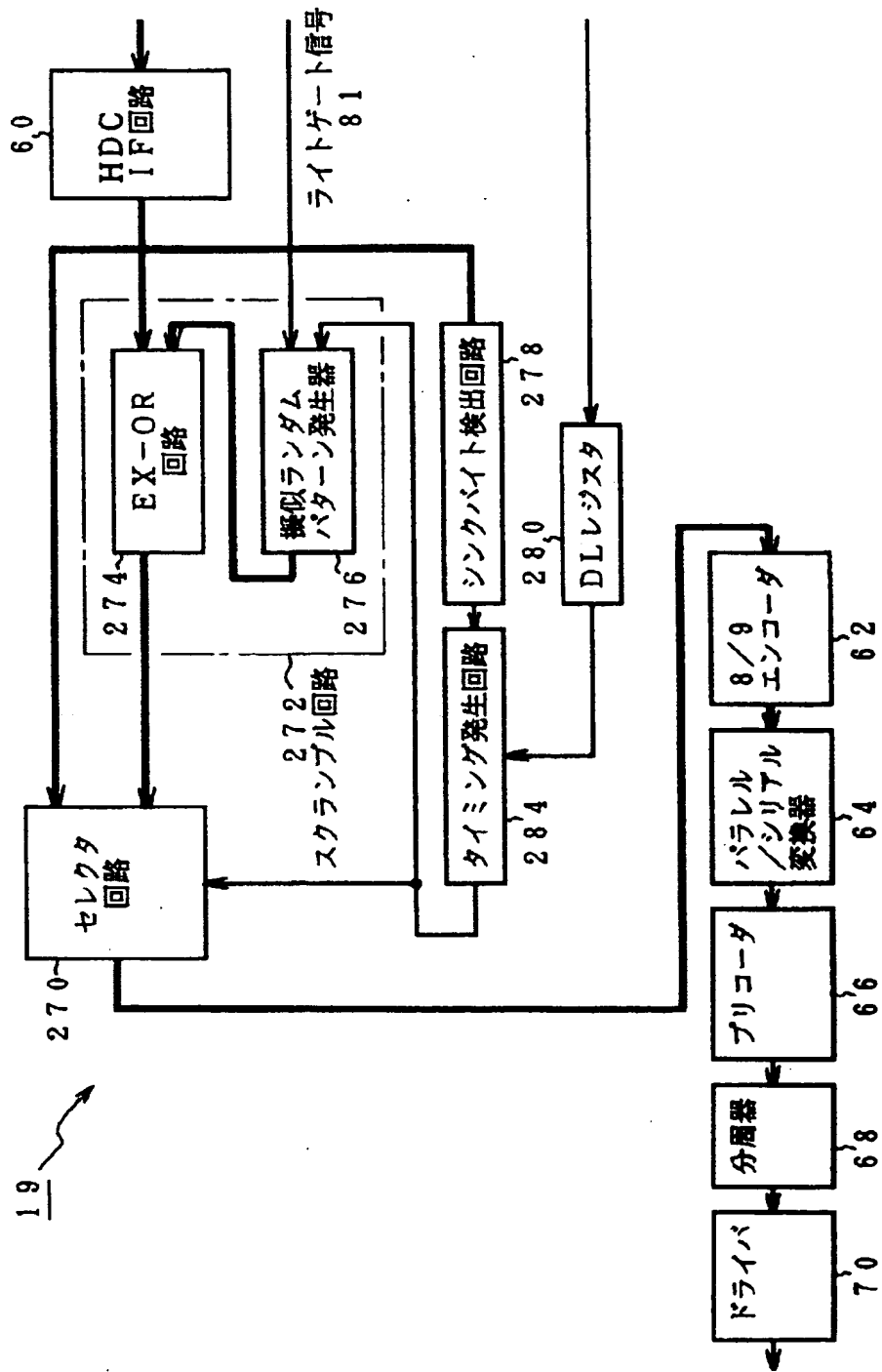


【図12】



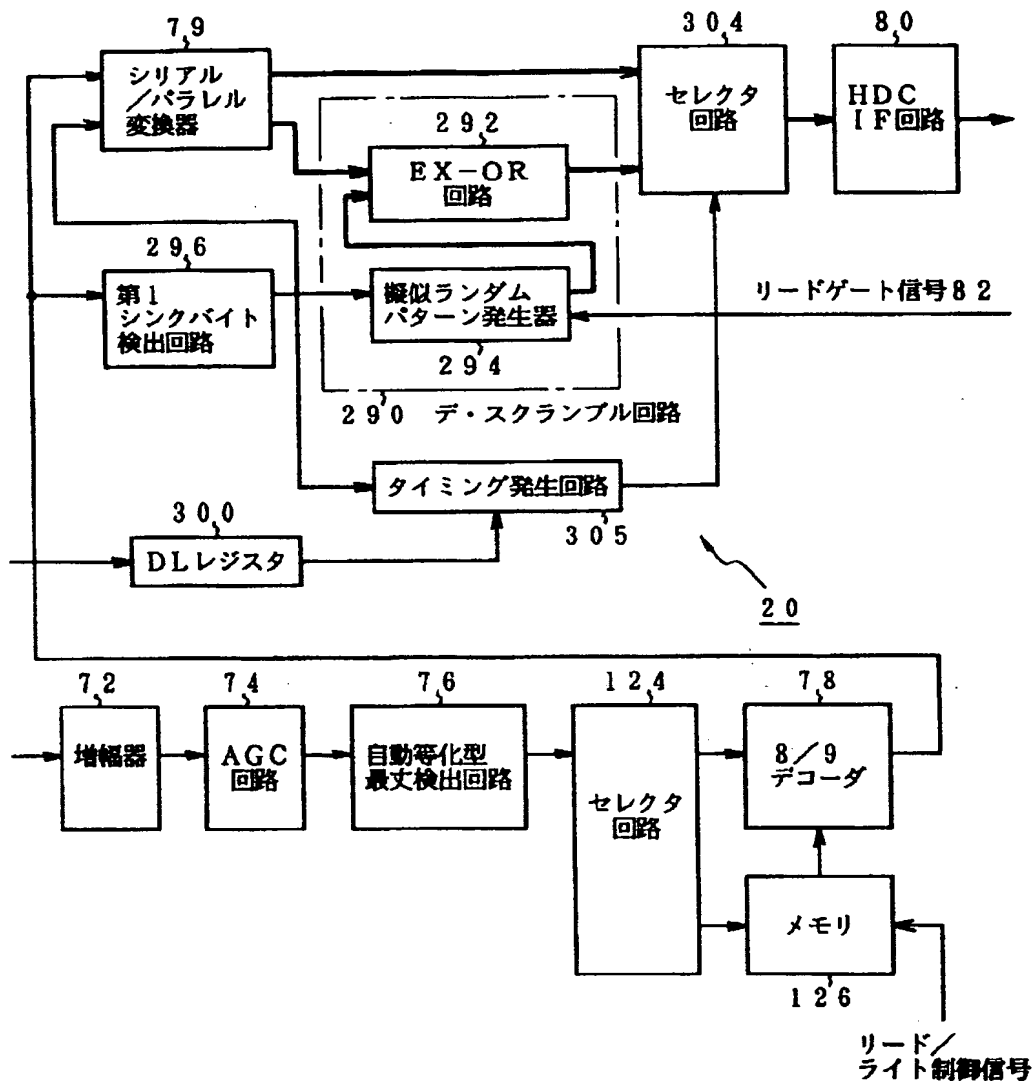
【図13】

ライトデータにスクランブルを掛ける図2のライトチャネル回路のブロック図



【図15】

リードデータにデ・スクランブルを掛ける図2のリードチャネル回路のブロック図



【手続補正書】

【提出日】平成9年9月9日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項7

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項7】請求項1記載の磁気ディスク装置に於いて、前記第1シンクバイトパターンが検出できなかった場合、リード処理の正常終了後に、該リードセクタを欠陥セクタと判定して代替処理を行うことを特徴とするディスク装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項8

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項8】請求項1記載の磁気ディスク装置に於いて、

前記書込み回路は、書込みを行う前記媒体のセクタ領域の途中にサーボ領域が予め記録されている場合、前記セクタ領域をサーボ領域の前の第1セクタ領域と後の第2セクタ領域との2つ

にスプリットすると共に、前記書込みデータを前記第 1 セクタ領域の第 1 スプリットデータと前記第 2 セクタ領域の第 2 スプリットデータの 2 つにスプリットし、前記第 1 セクタ領域に、第 1 シンクバイトパターン、第 1 スプリットデータ、及び第 2 シンクバイトパターンを順次書込み、

前記第 2 セクタ領域に、第 1 シンクバイトパターン、第 2 スプリットデータ、及び第 2 シンクバイトパターンを順次書込む前記読出し回路は、

前記第 1 又は第 2 セクタ領域の読出し時に、前記第 1 シンクバイトパターンが検出された場合は前記データを復調し、前記第 1 シンクバイトパターンが検出されない場合は、前記データをメモリに格納した後、メモリ上でビット対ビットのコンペアにより前記第 2 シンクバイトパターンの読出しを検出し、前記第 2 シンクバイトパターンが検出された際に該検出位置から所定データ長遡った位置を先頭位置とするデータを有効データとして選択して復調することを特徴とする磁気ディスク装置。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1 1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1 1】請求項 8 記載の磁気ディスク装置に於いて、

前記書込み回路は、所定の擬似ランダム符号を用いて前記媒体に書込む前記第 1 スプリットデータ及び第 2 スプリットデータの各々をスクランブルするスクランブル回路を備え、

前記読出し回路は、前記擬似ランダム信号を用いて前記媒体から読出した前記第 1 スプリットデータ及び第 2 スプリットデータの各々をデ・スクランブルするデ・スクランブル回路を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1 3】請求項 8 記載の磁気ディスク装置に於いて、前記読出し回路は、前記第 1 セクタ領域又は第 2 セクタ領域の第 1 シンクバイトパターンが検出できなかった場合、リード処理の正常終了後に、該リードスプリットセクタを欠陥セクタと判定して代替処理を行うことを特徴とするディスク装置。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1 5

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1 5】請求項 1 4 記載の磁気ディスク媒体に於いて、前記第 1 シンクバイトパターンの前に、自動等化器の回路定数を最適値に自動調整するためのトレーニングパターンが書込まれたことを特徴とする磁気ディスク媒体。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1 6

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1 6】請求項 1 4 記載の磁気ディスク媒体に於いて、前記第 1 シンクバイトパターンの前に、読出し回路に設けているクロック発生回路を読出信号に同期させるためのパイロットパターンが書込まれたことを特徴とする磁気ディスク媒体。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1 9

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1 9】請求項 1 8 記載の磁気ディスク媒体に於いて、前記書込み回路は、前記第 1 シンクバイトパターンの前に、前記読出し回路に設けている自動等化器の回路定数を最適値に自動調整するためのトレーニングパターンが書込まれたことを特徴とする磁気ディスク媒体。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなリードヘッドに MR ヘッドを使用した磁気ディスク装置にあっては、MR ヘッドが回転中の媒体表面の極く僅かな撓みや変形等による物理的な凹凸と衝突した場合、MR ヘッドの温度が摩擦熱によって瞬間的に上昇する。このように媒体の熱変動凹凸との接触で MR ヘッドの温度が急激に上昇すると、読出し信号のベースラインがシフトし、リカバリ不能なリードエラーを起し、見掛け上、媒体欠陥が存在したと同じになる。この MR ヘッドの媒体との衝突発熱でリードエラーとなる現象は、通常、TA (Thermal Asperity) と呼ばれる。以下の説明では、これを MR ヘッドの衝突発熱 TA という。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 4

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 4】また書込み回路 1 9 は、第 1 シンクバイトパターン SB 1、SB 2 の前に、読出し回路 2 0 に設け

ているクロック発生回路を読出し信号に同期させるためのパイロットパターンP L O 1を書込む。更に、書込み回路19は、所定の擬似ランダム符号を用いて媒体に書込むデータDATA及びエラー検出訂正コードE C Cの各々をスクランブルするスクランブル回路を備える。第2シンクバイトパターンS B 2及びギャップパターンG A Pに対しは、スクランブルをオフする必要がある。これに対応して読出し回路20は、擬似ランダム符号を用いて媒体から読出したデータDATA及びエラー検出訂正コードE C Cの各々にデ・スクランブルするデ・スクランブル回路を備える。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】これに対し第1シンクバイトパターンS B 1が検出されない場合は、第1セクタ領域のデータDATA1、第2シンクバイトパターンS B 2及びギャップパターンG A Pをコード語のビットシリアル単位にメモリに記録する。続いて第2セクタ領域のデータDATA2、E C C、第2シンクバイトパターンS B 2、ギャップG A Pをコード語のビットシリアル単位にメモリに記録する。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】記録後は、ギャップG A Pから順にバックリードして第2シンクバイトパターンS B 2をサーチする。第2シンクバイトパターンS B 2が検出できると、バイト境界の設定を行い、D L 1又はD L 2で与えられたデータ長の位置を特定し、この部分からデータを読み出してデコード及びデ・スクランブルを行い、更にE C Cで訂正を行うことで、通常のリードでは読めないデータを復元することができる。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】このデータスプリットについても、第1シンクバイトパターンS B 1の前に自動等化用のトレーニングパターンT R 1、クロック同期用のトレーニングパターンP L O 1及びギャップパターンG A Pを必要に応じて書込む。更に、スクランブルとデ・スクランブル、第1及び第2のシンクバイトパターンS B 1、S B 2の両方失陥時のリトライ、第1セクタ領域又は第2セクタ領域の第1シンクバイトパターンS B 1が検出できな

った場合の代替処理も同様に行う。

(ディスク媒体)更に本発明は、書込用のインダクティブヘッドと読出し用のM Rヘッドを備えた複合ヘッドを用いてトラック上に情報をセクタ単位で読み書きを受け磁気ディスク媒体を提供する。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】また第1シンクバイトパターンS B 1の前に、読出し回路20に設けているクロック発生回路を読出し信号に同期させるためのパイロットパターンP L O 1が書込まれる。更に、エラー検出訂正コードを含むデータは、所定の擬似ランダム符号によりスクランブルして書込まれている。媒体トラック上のセクタ領域の途中にサーボ領域が位置して第1セクタ領域と第2セクタ領域との2つにスプリットされている場合には、ディスク媒体のデータスプリットについても、第1シンクバイトパターンS B 1の前に自動等化用のトレーニングパターンT R 1、クロック同期用のトレーニングパターンP L O 1を必要に応じて書込む。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正内容】

【0033】即ち図4(B)のH D Cデータフォーマットは、図3のライト用H D Cインタフェース回路60でハードディスクコントローラ22から受けるデータのフォーマットである。このH D Cデータフォーマットは、セクタ先頭のG A Pで示すギャップパターン83に続いて、P L O 1で示すパイロットパターン84をブリアンブルとして設けている。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】パイロットパターン84に続いては、図5に示すリードチャネル回路20の自動等化型最尤検出回路76のトレーニングを行うためのT R 1で示すトレーニングパターン86が設けられる。続いてS B 1で示す第1シンクバイトパターン88が設けられ、続いてデータ部としてDATAで示すデータ90とE C Cで示すエラー検出訂正コード92が設けられる。ここまでは通常のセクタフォーマットである。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正内容】

【0035】次に本発明にあつては、データ部の最後に、MRヘッドの衝突発熱TAによるエラーリカバリのため、SB2で示す第2シンクバイトパターン98を設けている。このような図4(B)のHDCデータフォーマットに対応して、図2のライトチャネル回路19によりICヘッド15を介してディスク媒体に書き込まれる媒体データフォーマットは、図4(C)のように、先頭からギャップフィールド101、パイロットフィールド102、トレーニングフィールド104、第1シンクバイトフィールド106、データフィールド108、ECCフィールド110、第2シンクバイトフィールド116、及びギャップフィールド118のフォーマット構成を持つ。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正内容】

【0042】即ち、HDCデータフォーマットを示す「HDCIF」のデータパターンは、図3のライト用HDCインタフェース回路60に対するハードディスクコントローラ22からのデータであり、8/9エンコーダ62の変換前のデータである。これに対し図5の媒体データフォーマットである「MEDIA」のパターンは、図3の8/9エンコーダ62で変換された後のパターンとなっている。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】更に媒体データフォーマットである「MEDIA」のデータDATA、ECCについてはスクランブルSCが掛けられていることを表わしている。またパイロットパターンPLO1、第1シンクバイトパターンSB1、第2シンクバイトパターンSB2及びギャップパターンGAPは、スクランブルを掛けない。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正内容】

【0044】図5のパターンBは、HDデータフォーマットを示す「HDCIF」についてはパターンAと同じであるが、パイロットパターンPLO1、トレーニングパターンTR1、第1シンクバイトパターンSB1、第2シンクバイトパターンSB2について、8/9エンコーダによらず、ステートマシンにより予め定めたパター

ンに変換している点が相違する。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正内容】

【0045】更にデータ長については、第1シンクバイトパターンSB1及び第2シンクバイトパターンSB2はそれぞれ従来のシンクバイトパターンと同様、1バイトである。また第1シンクバイトパターンSB1に続くデータDATAとECCは、例えば512バイトである。また、パイロットパターンPLO1は5~30バイト、トレーニングパターンTR1は0~5バイトとしている。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正内容】

【0063】リード動作は、ハードディスクコントローラ22がパイロットパターンPLO1の区間でリードゲートをオンする所から開始される。リードチャネル回路20は、ステップS1でリードゲートがオンかどうかを判断し、オンであれば、まずステップS2でデ・スクランブルとカウンタNの初期化のためのリセットを行う。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正内容】

【0066】続いてステップS5に進んでエラーをチェックする。この場合、第1シンクバイトパターンSB1は失陥しており、この影響がデータにも及んでいる場合はエラーが検出され、ステップS6でECC処理のオンによりエラーを訂正し、ステップS7でエラーなしを確認してリード動作を正常終了する。更に第1シンクバイトパターンSB1と第2シンクバイトパターンSB2の両方が失陥した場合には、ステップS9のバックリードで第2シンクバイトパターンSB2を検出することができない。そこで、ステップS11でカウンタNをN+1とし、ステップS12でリトライ回数が所定数かを判断し、Nが所定回数以下の場合にはスタートに戻り、ハードディスクコントローラ22がリードゲートをパイロットパターンPLO1でオンする所から再度スタートする。リード動作が所定回数Mになってもリードできない時は、異常終了となる。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0068

【補正方法】変更

【補正内容】

【0068】このため図9（A）の媒体データフォーマットは、図7（A）の第1トレーニングフィールド104を除いており、トレーニングパターンTR1は記録されていない。それ以外のフォーマット構成は図7（A）と同じである。図10は図9（A）のトレーニングなしの媒体データフォーマットで書き込まれた各フィールドの具体的なパターンであり、図5のトレーニングありのパターンと同様、ハードディスクコントローラとのインタフェース上のパターンである「HDCIF」と、ディスク媒体上のパターンとなる「MEDIA」に分けてパターンCとして示している。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正内容】

【0069】このパターンCは、図5のパターンBからトレーニングパターンTR1を除いたパターンである。またパイロットパターン及びデータDATAのデータ長は、図5と同じになる。更に第1シンクバイトパターンSB1は1バイトであるが、シンクバイトパターン検出の冗長性をもたせるため、1～6バイトの範囲に設定可能としてもよい、再び図9を参照するに、図9（B）

（C）は正常読取り時のリードゲート信号82と読取りデータであり、図7（B）（C）のトレーニングパターンありの場合と基本的に同じになる。また図9（D）は第1シンクバイトパターンSB1失陥時の読取りデータであり、図7（D）と同じである。

2. データスプリット

本発明の磁気ディスク装置は、ディスク媒体のデータ面の所定回転角ごとにラジアル方向にサーボパターンを配置したデータ面サーボ方式を採用している。このため図4（A）～（C）のような書込みを行う際に、書込みセクタ領域の途中にサーボ領域が存在すると、書込みデータを2つにスプリットして書き込むデータスプリットのフォーマットとなる。

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正内容】

【0071】即ち、サーボフィールド146の前の第1セクタ領域144について、ギャップフィールド101、パイロットフィールド102、トレーニングフィールド104、第1シンクバイトフィールド106、データフィールド108、第2シンクバイトフィールド116及びギャップフィールド118を設ける。

【手続補正26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0072

【補正方法】変更

【補正内容】

【0072】またサーボフィールド146に続く後半の第2セクタ領域148についても、ギャップフィールド147、パイロットフィールド150、トレーニングフィールド152、第1シンクバイトフィールド154、データフィールド156、第2シンクバイトフィールド162及びギャップフィールド164を設けている。

【手続補正27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0073

【補正方法】変更

【補正内容】

【0073】そして第1及び第2セクタ領域144、148の各フィールドには、データフィールドを除いてパイロットパターンPLO1、トレーニングパターンTR1、第1シンクバイトパターンSB1、第2シンクバイトパターンSB2が格納される。書込みデータについては、サーボフィールド146によるスプリットで前後の書込みデータに分けられ、第1データフィールド108にデータ長DL1のスプリットされた第1スプリットデータDATA1を書込み、データフィールド156にECC110を加えたデータ長DL2にスプリットされた第2スプリットデータDATA1を書き込んでいる。

【手続補正28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正内容】

【0074】ここでサーボパターンによってスプリットされるセクタが予め決っていることから、第1スプリットデータDATA1のデータ長DL1及びECCを含む第2スプリットデータDATA2のデータ長DL2も予め決っている。図11（B）（C）は、図11（A）のスプリットされた媒体データフォーマットの正常読出し時のリードゲート信号と読取りデータである。図11

（B）のリードゲート信号は、サーボフィールド146の前半の第1セクタ領域144のリードでHレベルに立ち上がるリードゲート信号82-1と、サーボフィールド146の後ろの第2セクタ領域148のタイミングでHレベルに立ち上がるリードゲート信号82-2の2つに分かれる。

【手続補正29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

【補正内容】

【0081】尚、第2セクタ領域148については、第1シンクバイトパターンSB1が正常に検出されている

ため、メモリ126の読み出しを行う必要はない。図11(E)は、後半の第2セクタ領域148で第1シンクバイトパターンSB1が失陥した場合であり、リードゲート信号82-1、82-2のオンに基づく復調データのメモリ126への記録は、第1セクタ領域144の場合と同じであるが、バックリードによる第2シンクバイトパターンSB2を検出した場合、データDATA2とECCの合計データ長DL2により、DL2バイト数だけ前に位置をずらせ、この位置のデータDATA2及びECCをメモリ126から読み出し、8/9デコーダ78による8/9変換及びデ・スクランブルを行う。

【手続補正30】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0083

【補正方法】変更

【補正内容】

【0083】図12(A)はトレーニングパターンを持たない媒体データのスプリットフォーマットであり、図11(A)からトレーニングパターンTR1の記録フィールドを取り除いたフォーマットとなる。図12(B)は正常読取り時のリードゲート信号82-1、82-2であり、その結果、図12(C)のような正常時の読取りデータにより第1データDATA1から第4データDATA4、更にECCの復元ができる。

【手続補正31】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0091

【補正方法】変更

【補正内容】

【0091】このようなタイミング発生回路284によるスクランブルを受けるデータ及びECCのタイミングを示すタイミング信号は、擬似ランダムパターン発生器276にも与えられており、セクタ回路270のスクランブル回路272からの出力選択に同期して擬似ランダムパターン発生器276より擬似ランダムパターンをEX-OR回路274に出力して、スクランブルデータをセクタ回路270に供給できるようにしている。

【手続補正32】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0094

【補正方法】変更

【補正内容】

【0094】またタイミング信号は擬似ランダムパターン発生器276に与えられることで図14(D)のスクランブル信号288が発生され、EX-OR回路274に対するDATA、ECCの各データ90、92についてスクランブルが掛けられる。図15は、図13のスクランブル機能を持つライトチャネル回路19に対応した図2のリードチャネル回路20のデ・スクランブル機能を持った実施形態のブロック図である。

【手続補正33】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0097

【補正方法】変更

【補正内容】

【0097】即ち、読取りデータに含まれるデータDATA及びECCのタイミングで、デ・スクランブル回路290の出力を選択することにより、デ・スクランブルを掛け、それ以外のタイミングについてはシリアル/パラレル変換器79の出力を直接選択することでデ・スクランブルを解除している。シリアル/パラレル変換器79、擬似ランダムパターン発生器294及びタイミング発生回路305の制御のため、シンクバイト検出回路296が設けられる。更にタイミング発生回路305の制御のため、データDATAとECCを合計したデータ長DLを格納したDLレジスタ300が設けられる。

【手続補正34】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0098

【補正方法】変更

【補正内容】

【0098】図16は、図15のデ・スクランブル機能を備えたリードチャネル回路20の処理動作のタイムチャートである。いま図16(A)のような媒体フォーマットのリードが行われたとする。このうちデータフィールド108のデータDATAとECCフィールド100のECCの各々については、図14のタイムチャートに示したように、書込み時にスクランブルが掛けられている。

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G11B 20/18

識別記号

576

F I

G11B 20/18

576 Z